SECRETARIA
DOS TRANSPORTES

GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO

DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A.

PROGRAMA RODOANEL MARIO COVAS
Trecho Norte

RODOANEL MARIO COVAS
TRECHO NORTE

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA

Volume II

Setembro de 2010

CONSÓRCIO JGP PRIME Engenharia

ESTRUTURA GERAL DO ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA

VOLUME I

1.0 Apresentação

1.1 Objeto de Licenciamento

1.2 Programa Geral de Implantação do Rodoanel Mario Covas

1.3 Localização

1.4 Dados Básicos

1.5 Caracterização Sumária do Empreendimento

1.6 Estrutura do Estudo de Impacto Ambiental

2.0 Justificativa do Empreendimento

2.1 Objetivos

2.2 O Trecho Norte no Contexto Macro-Regional

2.3 O Trecho Norte no Âmbito dos Planos e Programas Regionais para o Setor de Transportes

2.3.1 Plano Diretor de Desenvolvimento de Transportes do Estado de São Paulo - PDDT Vivo 2000 - 2020

2.3.2 Plano Integrado de Transporte Urbano - PITU 2020/2025

2.3.3 Sistema Metroferroviário

2.3.4 Sistema Integrado de Vias de Interesse Metropolitano – SIVIM

2.3.5 Sistema Viário Estratégico Metropolitano de São Paulo – SVE

2.3.6 Programa Rodoanel

2.3.7 Principais Bases de Informação para o Planejamento de Transportes

2.4 O Trecho Norte no Âmbito do Transporte Metropolitano

2.4.1 A Situação Atual do Sistema de Transporte Metropolitano

2.4.2 Prognósticos para a Evolução do Sistema de Transporte Metropolitano

2.4.2.1 Metodologia de Modelagem de Transporte

2.4.2.1.1 Representação da Demanda por Transportes

2.4.2.1.2 Histórico da Base de Dados de Demanda de Transportes

2.4.2.1.3 Aspectos Metodológicos das Projeções da Demanda

2.4.2.1.4 Representação da Oferta de Infra-Estrutura Viária

2.4.2.1.5 Processo de Alocação de Viagens a Rede de Transportes

2.4.3 Resultados dos Estudos de Transportes

2.4.3.1 Prognóstico Sem o Empreendimento

2.4.3.2 Prognóstico Com o Empreendimento (Trecho Norte do Rodoanel)

2.4.3.2.1 Análise das velocidades Médias de Tráfego

2.4.3.2.2 Volumes de Tráfego nos Trechos do Rodoanel

2.4.3.2.3 Análise da Capacidade dos Trechos Específicos do Rodoanel

2.4.3.2.4 Volumes de Tráfego em Trechos Selecionados da Rede Viária

2.4.3.2.5 Análise de Nível de Serviço de Trechos Selecionados

2.4.3.2.6 Quantificação de Benefícios Sócio Econômicos devidos à Inserção do Trecho Norte

2.4.3.2.7 Volumes Diários Médios de Tráfego nas Intersecções do Rodoanel

2.4.3.2.8 Análises de Alternativas de Conexões Viárias com o Trecho Norte do Rodoanel

VOLUME II

3.0 Estudo de Alternativas
3.1 Alternativa de Não Construção do Trecho Norte do Rodoanel Mario Covas
3.2 Alternativas Modais e Tecnológicas
3.2.1 Alternativas Modais
3.2.2 Alternativas Tecnológicas
3.2.3 Alternativas Quanto a Utilização Multi-modal da Faixa de Domínio
3.3 Alternativas de Traçado
3.3.1 Metodologia
3.3.2 1ª ETAPA - Alternativas Históricas de Traçado - Rodoanel e Trecho Norte
3.3.2.1 Anéis Rodoviários do DER
3.3.2.2 Programa de Vias Expressas
3.3.2.3 Mini-Anel Viário
3.3.2.4Anéis DERSA
3.3.2.5 Anel Viário Metropolitano
3.3.2.6 Perimetral Metropolitana - VPM
3.3.2.7 Via de Interligação Rodoviária - VIR
3.3.2.8 Rodoanel
3.3.3 2ª ETAPA - Identificação e Seleção de Macro-diretrizes de Traçado
3.3.4 3ª ETAPA – Consulta e discussão com prefeituras e outras partes interessadas
3.3.5 4ª ETAPA - Seleção da Diretriz Preferencial
3.3.5.1 Aspectos Gerais
3.3.5.2 Descrição e Seleção de Alternativas de Traçado

4.0 Caracterização do Empreendimento
4.1 Padrão Viário e Capacidade do Rodoanel
4.2 Características Técnicas e Geométricas
4.2.1 Características Geométricas
4.2.2 Faixa de Domínio
4.2.3 Interseções
4.2.4 Obras de Arte Especiais
4.2.5 Drenagem
4.2.6 Terraplenagem e Excavação de Túneis
4.2.7 Balanço de Materiais
4.2.8 Relocação de Interferências
4.2.9 Pavimento
4.3 Condicionantes Logísticas
4.4 Áreas de Apoio
4.5 Principais Procedimentos Executivos
4.6 Cronograma
4.7 Investimentos
4.8 Padrão Operacional

VOLUME III

5.0 Diagnóstico Ambiental

5.1 Referencial Metodológico Geral

5.1.1 Delimitação das Áreas de Influência

5.2 Diagnóstico Ambiental da Área de Influência Indireta (AII)

5.2.1 Meio Físico

5.2.1.1 Clima

5.2.1.2 Geologia, Geomorfologia e Pedologia

5.2.1.2.1 Cavidades Naturais na AII

5.2.1.3 Recursos Hídricos Superficiais

5.2.1.4 Recursos Hídricos Subterrâneos

5.2.1.5 Qualidade do Ar

5.2.2 Meio Biótico

5.2.2.1 Vegetação

5.2.2.2 Fauna Terrestre Associada

*5.2.2.2.*1 O Parque Estadual da Cantareira, a Fauna Silvestre e o Trecho Norte do Rodoanel Mario Covas

5.2.2.3 Fauna Aquática Associada

5.2.3 Meio Antrópico

5.2.3.1 Dinâmica de Ocupação/Urbanização

5.2.3.2 Estrutura Urbana Atual

5.2.3.3 Diretrizes, Políticas e Legislação de Ordenamento Territorial

5.2.3.3.1 Planos e Programas de Desenvolvimento Urbano para a Região Metropolitana de São Paulo

5.2.3.3.2 Planos Diretores e Legislação Urbanística Aplicável

5.2.3.4 Perfil Sócio-Econômico

5.2.3.5 Economia Regional

5.2.3.6 Infra-estrutura Social

5.2.3.7 Finanças Públicas

5.2.3.8 Patrimônio Arqueológico, Histórico e Cultural

5.2.4 Áreas de Interesse Ambiental Legisladas

5.2.4.1 Unidades de Conservação

5.2.4.2 Outras Áreas

5.2.5 Comunidades Indígenas

VOLUME IV

5.3 Diagnóstico Ambiental da Área de Influência Direta (AID)

5.3.1 Meio Físico

5.3.1.1 Análise de Terrenos

5.3.1.2 Hidrografia e Drenagem

5.3.1.3 Hidrogeologia

5.3.1.4 Usos e Qualidade da Água

5.3.1.5 Ruído

5.3.2 Meio Biótico

5.3.2.1 Mapeamento e Caracterização da Cobertura Vegetal da AID

5.3.2.2 Caracterização da Fauna Associada

5.3.2.2.1 Mastofauna
5.3.2.2.2 Avifauna
5.3.2.2.3 Herpetofauna
5.3.2.3 Caracterização da Fauna Aquática Associada
5.3.2.3.1 Ictiofauna
5.3.2.3.2 Fitoplâncton
5.3.2.3.3 Zooplâncton
5.3.2.3.4 Zoobentos (Macroinvertebrados Bentônicos)

VOLUME V

5.3.3 Meio Antrópico
5.3.3.1 Estrutura e Dinâmica Urbana
5.3.3.2 Uso e Ocupação do Solo
5.3.3.3 Perfil Sócio-demográfico
5.3.3.4 Equipamentos Sociais
5.3.3.5 Rede Viária e Transportes Públicos
5.3.3.6 Direitos Minerários
5.3.3.7 Áreas Contaminadas na AID
5.4 Caracterização Ambiental da Área de Influência Direta (AID) do Traçado Recomendado e da Área Diretamente Afetada (ADA)
5.4.1 Elementos do Meio Físico
5.4.2 Recursos Hídricos na ADA
5.4.3 Cobertura Vegetal da ADA
5.4.4 Uso e Ocupação Antrópica na ADA
5.4.5 Interferências Infra-estruturais

6.0 Marco Legal e Institucional

6.1 Marco Legal
6.1.1 Legislação de Licenciamento Ambiental
6.1.2 Legislação Florestal
6.1.3 Legislação de Proteção aos Recursos Hídricos e Mananciais
6.1.4 Legislação de Qualidade Ambiental
6.1.5 Legislação Aplicável aos Procedimentos Executivos de Obra
6.1.6 Legislação de Segurança do Trabalho e Saúde Ocupacional
6.1.7 Legislação Relativa a Desapropriação e Reassentamento
6.1.8 Legislação Aplicável a Operações Rodoviárias e ao Transporte de Produtos Perigosos
6.1.9 Legislação Relativa ao Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico
6.1.10 Legislação Relativa a Compensação Ambiental
6.1.11 Legislação Relativa ao Acesso ao Rodoanel
6.2 Marco Institucional
6.2.1 Instituições Intervenientes no Licenciamento Ambiental
6.2.2 Instituições com Responsabilidade pela Emissão de Autorizações não Vinculadas ao Licenciamento Ambiental
6.2.3 Instituições com Responsabilidade na Supervisão de Aspectos Ambientais, Sociais ou de Segurança do Trabalho Durante a Construção

6.2.4 Instituições com Responsabilidade na Supervisão de Aspectos Ambientais, Sociais ou de Segurança do Trabalho Durante a Operação

VOLUME VI

7.0 Avaliação Ambiental

7.1 Referencial Metodológico Geral

7.2 Identificação de Ações Impactantes

7.3 Identificação e Espacialização de Componentes Ambientais Passíveis de Impactação

7.4 Matriz de Interação - Identificação de Impactos Potenciais

7.4.1 Meio Físico

7.4.1.1 Impactos Potenciais nos Terrenos

7.4.1.2 Impactos Potenciais nos Recursos Hídricos Superficiais

7.4.1.3 Impactos Potenciais nos Recursos Hídricos Subterrâneos

7.4.1.4 Impactos Potenciais na Qualidade do Ar

7.4.2 Meio Biótico

7.4.2.1 Impactos Potenciais na Vegetação

7.4.2.2 Impactos Potenciais na Fauna

7.4.3 Meio Antrópico

7.4.3.1 Impactos Potenciais na Infra-Estrutura Viária, no Tráfego e nos Transportes

7.4.3.2 Impactos Potenciais na Estrutura Urbana

7.4.3.3 Impactos Potenciais nas Atividades Econômicas

7.4.3.4 Impactos Potenciais na Infra-Estrutura Física e Social

7.4.3.5 Impactos Potenciais na Qualidade de Vida da População

7.4.3.6 Impactos Potenciais nas Finanças Públicas

7.4.3.7 Impactos Potenciais no Patrimônio Arqueológico e Cultural

VOLUME VII

7.5 Proposição de Medidas Preventivas, Mitigadoras ou Compensatórias e Estruturação em Programas Ambientais

7.5.1 Programas com início na Fase Pré-construtiva - P1

7.5.2 Programas com início na Fase de Construção – P2

7.5.3 Programas com início na Fase de Operação - P3

7.6 Balanço de Impactos por Componente Ambiental Afetado

7.6.1 Impactos Resultantes nos Componentes do Meio Físico

7.6.1.1 Avaliação dos Impactos Resultantes sobre os Terrenos

7.6.1.2 Avaliação dos Impactos Resultantes sobre os Recursos Hídricos Superficiais

7.6.1.3 Avaliação dos Impactos Resultantes sobre os Recursos Hídricos Subterrâneos

7.6.1.4 Avaliação dos Impactos Resultantes sobre a Qualidade do Ar

7.6.2 Impactos Resultantes nos Componentes do Meio Biótico

7.6.2.1 Avaliação dos Impactos Resultantes sobre a Vegetação

7.6.2.2 Avaliação dos Impactos Resultantes sobre a Fauna

7.6.3 Impactos Resultantes nos Componentes do Meio Antrópico

7.6.3.1 Avaliação dos Impactos Resultantes sobre a Infra-Estrutura Viária, o Tráfego e os Transportes

7.6.3.2 Avaliação dos Impactos Resultantes sobre a Estrutura Urbana

7.6.3.3 Avaliação dos Impactos Resultantes sobre as Atividades Econômicas
7.6.3.4 Avaliação dos Impactos Resultantes sobre a Infraestrutura Física e Social
7.6.3.5 Avaliação dos Impactos Resultantes sobre a Qualidade de Vida da População
7.6.3.6 Avaliação dos Impactos Resultantes sobre as Finanças Públicas
7.6.3.7 Avaliação dos Impactos Resultantes sobre o Patrimônio Arqueológico, Histórico e Cultural

8.0 Conclusão

9.0 Referências Bibliográficas

10.0 Equipe Técnica

VOLUME VIII - Mapas Temáticos

Mapa 4.0.a Área de Influência Direta e Projeto Básico
Mapa 5.3.1.1.a Mapa de Terrenos - AID
Mapa 5.3.2.1.c Mapeamento da Cobertura Vegetal na AID
Mapa 5.3.3.2.a Uso e Ocupação do Solo - AID
Mapa 5.4.a ADA – Área Diretamente Afetada
Mapa 5.4.b ADA – Área Diretamente Afetada
Mapa 5.4.3.a Mapa de Cobertura Vegetal na AID do Traçado Recomendado e ADA

VOLUME IX – ANEXOS 1 A 10

Anexo 1 Parecer Técnico CPRN/DAIA nº 143/2001 / Deliberação CONSEMA nº 27, de 15/09/2004 / AAE – Cap. 7 – Diretrizes para Desenvolvimento do Projeto Rodoviário
Anexo 2 Relatório do Patrimônio Arqueológico, Histórico e Cultural
Anexo 3 Boletins de Análise da Água - Bioagri
Anexo 4 Certificado de Calibração dos Equipamentos de Medição de Ruído
Anexo 5 Lista de Espécies Identificadas pelo Instituto de Botânica de São Paulo - IBt
Anexo 6 Licenças de Transporte, Coleta e Captura de Fauna – IBAMA e Carta de Anuência do Museu de Zoologia da USP para Recebimento dos Espécimes Coletados
Anexo 7 Listas Comentadas das Espécies de Mamíferos e Aves
Anexo 8 Fichas das Áreas Contaminadas - CETESB
Anexo 9 Diagnóstico de Riscos no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos
Anexo 10 Arquivos Digitais do EIA

VOLUME X – ANEXO 11

Anexo 11 Relatório de Avaliação da Qualidade do Ar e Modelagem de Dispersão de Poluentes

VOLUME XI (PROJETO DE ENGENHARIA)

Anexo 12 Projeto Geométrico (Planta e Perfil) – Alternativa Selecionada

Anexo 13 Alternativas de Traçado / Perfis Longitudinais - Alternativas de Traçado

VOLUME XII – ANEXO 14

Anexo 14 Relatório das Áreas de Apoio

VOLUME II- SUMÁRIO

3.0 ESTUDO DE ALTERNATIVAS 1

3.1 ALTERNATIVA DE NÃO CONSTRUÇÃO DO TRECHO NORTE DO RODOANEL MARIO COVAS 1
3.2 ALTERNATIVAS MODAIS E TECNOLÓGICAS 4
3.2.1 Alternativas Modais 4
3.2.2 Alternativas Tecnológicas 7
3.2.3 Alternativas Quanto a Utilização Multi-modal da Faixa de Domínio 9
3.3 ALTERNATIVAS DE TRAÇADO 11
3.3.1 Metodologia 11
3.3.2 1ª ETAPA - Alternativas Históricas de Traçado – Rodoanel e Trecho Norte 23
3.3.2.1 Anéis Rodoviários do DER 24
3.3.2.2 Programa de Vias Expressas 24
3.3.2.3 Mini-Anel Viário 25
3.3.2.4 Anéis DERSA 25
3.3.2.5 Anel Viário Metropolitano 26
3.3.2.6 Via Perimetral Metropolitana - VPM 26
3.3.2.7 Via de Interligação Rodoviária – VIR 27
3.3.2.8 Rodoanel 28
3.3.3 2ª ETAPA - Identificação e Seleção de Macro-diretrizes de Traçado 33
3.3.3.1 Identificação das Macro-diretrizes Alternativas de Traçado 34
3.3.4 3ª ETAPA – Consulta e discussão com prefeituras e outras partes interessadas 47
3.3.5 4ª ETAPA - Seleção da Diretriz Preferencial 49
3.3.5.1 Aspectos Gerais 49
3.3.5.2 Descrição e Seleção de Alternativas de Traçado 52
3.3.6 5ª ETAPA – Otimização das Alternativas Preferenciais e Seleção Final do Traçado 89
3.3.7 Alternativas de Acesso ao Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos 101

4.0 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 103

4.1 PADRÃO VIÁRIO E CAPACIDADE DO RODOANEL 104
4.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E GEOMÉTRICAS 105
4.2.1 Características Geométricas 105
4.2.2 Faixa de Domínio 107
4.2.3 Interseções 107
4.2.4 Obras de Arte Especiais 108
4.2.5 Drenagem 111
4.2.6 Terraplenagem e Escavação de Túneis 114
4.2.7 Balanço de Materiais 115
4.2.8 Relocação de Interferências 116
4.2.9 Pavimento 116
4.3 CONDICIONANTES LOGÍSTICAS 117
4.4 ÁREAS DE APOIO 118
4.5 PRINCIPAIS PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS 122
4.6 CRONOGRAMA 131
4.7 INVESTIMENTOS 131
4.8 PADRÃO OPERACIONAL 131

3.0
Estudo de Alternativas

3.1
Alternativa de Não Construção do Trecho Norte do Rodoanel Mario Covas

Em 2004, quando apenas o Trecho Oeste do Rodoanel encontrava-se em operação, a alternativa de não implantação dos três demais trechos do anel viário (Trechos Sul, Leste e Norte) foi considerada na Avaliação Ambiental Estratégia (AAE) do Programa Rodoanel (FESPSP, 2004).

As simulações de tráfego realizadas na AAE indicaram que sem novas intervenções na malha viária principal da RMSP, e considerando as projeções de crescimento da demanda de viagens adotadas no PDDT Vivo (+19% em 2010 e +70% de viagens em 2020, em relação a 2005), ocorreria um aumento cada vez mais intenso dos tempos de viagem e das deseconomias de escala. Nesse cenário, o tempo médio das viagens internas de automóveis evoluiria de 25 min em 2005 para 28 min em 2010 e 38 min em 2020, com um crescimento de 11% até 2010 e de 49% até 2020. O tempo médio das viagens de passagem de caminhão evoluiria de 108 min em 2005 para 115 min em 2010 e 140 min em 2020, com um crescimento de 6% até 2010 e de 30% até 2020.

Naquele estudo, a implantação do Rodoanel completo resultaria em ganhos de velocidade média da ordem de 26% para as viagens de transposição da RMSP, 12% nas viagens com origem ou destino na RMSP, e de 8% das viagens internas, todas no horizonte de 2010 em relação à situação de 2005. São ganhos expressivos, mostrando claramente as vantagens do ordenamento do tráfego propiciado pelo Rodoanel.

Complementarmente, as simulações de transporte realizadas pelo processo de modelagem do sistema de transporte da RMSP (seção 2.4) para os anos horizonte de 2014, 2024 e 2039 no âmbito do presente EIA, confirmam que no cenário com os Trechos Oeste, Sul e Leste em operação, porém sem o Trecho Norte, continua havendo tendência de redução das velocidades médias de viagens na rede em todas as categorias de fluxos na RMSP, inclusive se consideradas as melhorias e ampliações em curso na Marginal Tietê, Av. Jacu-Pêssego e outros investimentos no sistema viário metropolitano.

O Trecho Norte do Rodoanel deverá canalizar o tráfego de passagem entre as rodovias Presidente Dutra, Fernão Dias e o Sistema Anhanguera Bandeirantes. Com a interligação destas rodovias, conjuntamente com segmentos dos trechos Oeste, Sul e Leste, completará o fechamento do anel viário metropolitano e se constituirá em alternativa rodoviária para o contorno norte da Região Metropolitana de São Paulo, possibilitando a passagem sem utilização do sobrecarregado sistema viário interno metropolitano, em especial das avenidas que compõem o Míni Anel Viário e o Anel Viário Metropolitano, nos quais se incluem as avenidas marginais dos rios Tietê e Pinheiros.

Ao mesmo tempo, em conjunto com os demais trechos do Rodoanel, o Trecho Norte potencializará a atração de viagens com origem ou destino à RMSP (viagens interno-externas e externo-internas). De modo semelhante, deve atrair também viagens intra-metropolitanas de longa distância. Em ambos os casos melhorará particularmente a

acessibilidade das zonas norte, central, oeste e leste da RMSP, beneficiando tais regiões quanto à atratividade de desenvolvimento de atividades geradoras de emprego e de fortalecimento de centralidades urbanas na própria metrópole.

Desta forma, a alternativa de não construir o Trecho Norte do Rodoanel implica em manter a utilização de parte importante da rede viária urbana da RMSP, especialmente da Marginal Tietê para realização de parte significativa das viagens de longa distância, incluindo o transporte de cargas. Como o prognóstico das modelagens de tráfego aponta para a progressiva saturação das vias principais utilizadas da rede viária metropolitana, a não implantação do Trecho Norte significa conviver no futuro com velocidades médias cada vez menores na RMSP como um todo, e em especial nas vias estruturais intra-metropolitanas que canalizam os fluxos interurbanos de passagem e as viagens de longa distância entre as sub-regiões da metrópole, e que são o suporte para a qualidade e dinamicidade das funções urbanas e econômicas dos municípios da RMSP.

Nesse cenário de opção pela não construção do Trecho Norte do Rodoanel, as possibilidades de transposição da Região Metropolitana e de interligação viária entre sub-regiões da metrópole continuarão se limitando principalmente à Marginal Tietê.

Com melhoramentos em execução desde o ano 2009 e com término previsto para o ano de 2010, englobando a implantação de uma nova pista (pista central com três faixas de tráfego), novas pontes e viadutos, recuperação de pavimento, ajustes geométricos, a adequação viária da Marginal Tietê não substitui o Trecho Norte do Rodoanel.

Embora represente ampliação de capacidade pela implantação de novas faixas, a adequação viária da Marginal Tietê tem como objetivo central o ordenamento do tráfego em uma via há anos saturada pelo tráfego de passagem e pelo tráfego local, melhorando as condições de circulação através da separação do tráfego intra-metropolitano do tráfego de passagem, com benefícios diretos na redução dos tempos de viagem, no aumento das velocidades médias e na elevação do nível de segurança viária, reduzindo os riscos de acidentes. No entanto, no cenário sem o Trecho Norte do Rodoanel, tais melhorias não representam solução definitiva para o problema do ordenamento do tráfego metropolitano. A análise expedita desenvolvida na seção 2.4 mostra que, embora com melhoria do nível de serviço, em 2014 a relação entre volume de tráfego e capacidade (V/C) chegará a 0,52, com tendência de progressiva redução.

Também no cenário alternativo sem o Trecho Norte do Rodoanel, outro importante elemento do sistema viário a ser considerado é a Rodovia Dom Pedro I (SP-65), que em operação desde o início da década de 1970 interliga a Região Metropolitana de Campinas e o Vale do Paraíba. Embora situada fora da RMSP, a rodovia Dom Pedro I possui conexões com as rodovias Ayrton Senna/Carvalho Pinto, Presidente Dutra, Fernão Dias e Anhangüera. Nessa condição, com interligação de algumas das principais rodovias da RMSP e de interesse do Trecho Norte, há de se considerar o potencial da rodovia Dom Pedro assumir parte das funções do Trecho Norte do Rodoanel.

Nesse aspecto, o fato é que sem a implantação do Trecho Norte a rodovia Dom Pedro I continuará a exercer a ligação entre o interior do estado de São Paulo (regiões norte, oeste, Região Metropolitana de Campinas e Vale do Paraíba) com Minas Gerais (via Fernão Dias) e com o Rio de Janeiro (via ligação com a Rodovia Presidente Dutra). Assim como ocorre atualmente, sem o Trecho Norte, a rodovia Dom Pedro não exercerá a função de via passagem para o tráfego metropolitano. Na prática, o tráfego inter-regional com origem ou destino ao Rio de Janeiro e Minas Gerais de um lado, e a Região Sul do País de outro, continuará utilizando a Marginal do Rio Tietê para transposição da RMSP.

Pode-se afirmar que não há condições para que a SP-065 execute as funções do Trecho Norte do Rodoanel, uma vez que os percursos necessários ao contorno da RMSP por esta rodovia são significativamente superiores às opções que contempla o uso de vias metropolitanas, sendo desse modo uma alternativa nada atrativa ao tráfego de passagem em função do incremento nas distâncias.

A **Figura 3.1.a** representa algumas opções possíveis de transposição da Região Metropolitana de São Paulo no cenário sem a construção do Trecho Norte do Rodoanel Mario Covas.

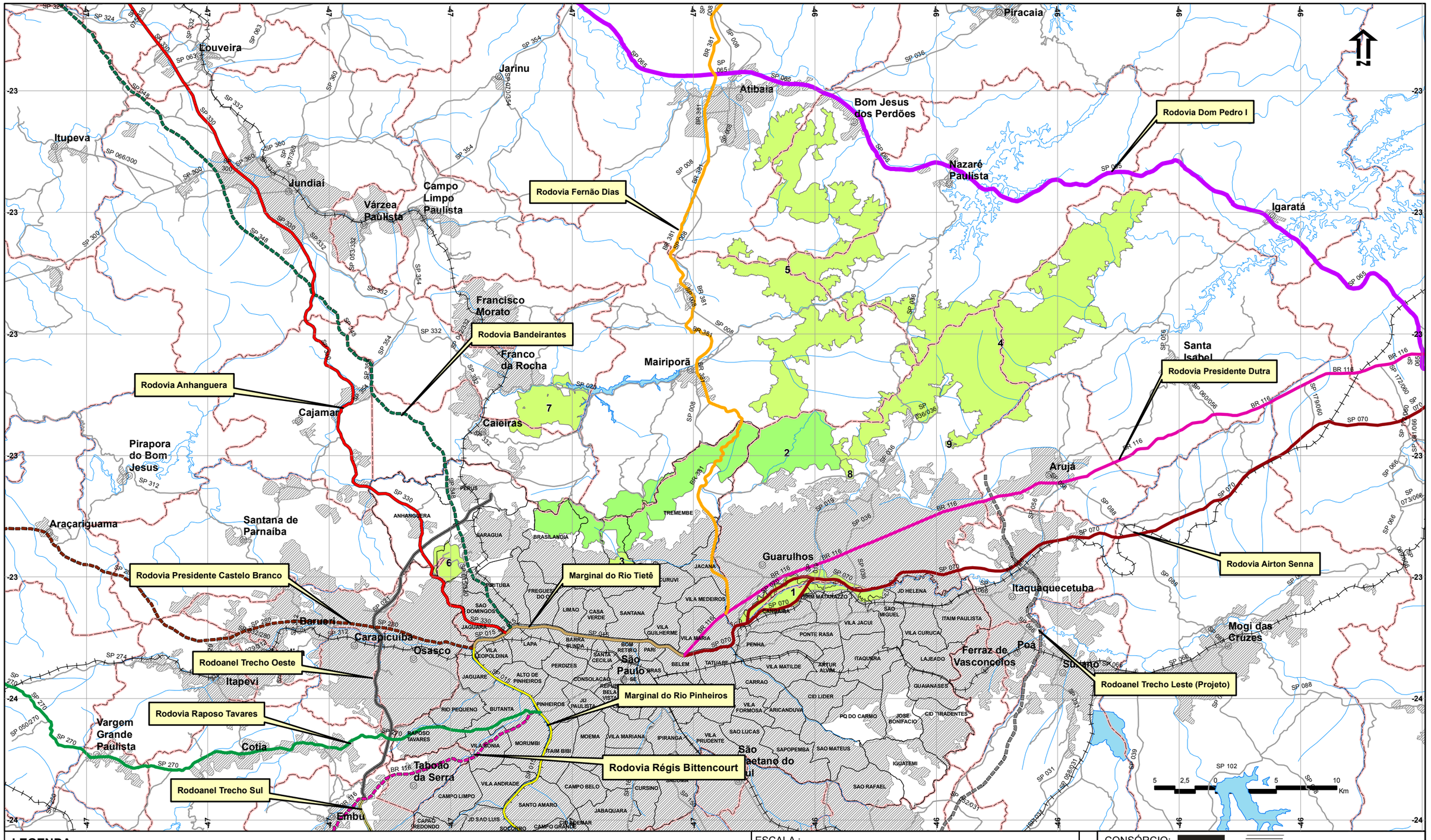
Um percurso hipotético visando a transposição da Região Metropolitana a partir da Rodovia Presidente Dutra até a Rodovia Régis Bittencourt[1], ao passo que pelas vias metropolitanas o percurso é de 102 quilômetros[2]. Outras alternativas visando a redução dos percursos implicam necessariamente na utilização da Rodovia Dom Pedro I seguida por rodovias estaduais de menor capacidade, como é o caso das rodovias SP-023, SP-332, SP-354, SP-360, SP-063 e SP-083, todas rodovias com traçado sinuoso e de pista simples e que atravessam zonas urbanizadas como as de Mairiporã (SP-023), Franco da Rocha (SP-023), Caieiras (SP-023 e SP-332), Jarinu (SP-354), Campo Limpo Paulista (SP-354), Itatiba (SP-063) e Louveira (SP-063). O problema do tráfego de passagem por estas vias e seus impactos no tráfego local já é presente, em especial na rodovia SP-023, que vem gradativamente sendo utilizada por fluxos provenientes da rodovia Fernão Dias e que objetivam acessar o sistema Anhanguera-Bandeirantes.

Outra opção de transposição que efetivamente pode atrair parte do tráfego alvo do Trecho Norte é dada pelos Trechos Leste e Sul do Rodoanel. Também considerando o hipotético percurso de um veículo pela rodovia Presidente Dutra até a futura interseção com o Trecho Leste do Rodoanel em detrimento da opção pela Rodovia Dom Pedro I (interseção em Jacareí), o percurso até a Rodovia Régis Bittencourt pelos trechos Leste e Sul do Rodoanel será de 135 quilômetros. Comparativamente à opção pela Rodovia Dom Pedro constitui opção significativamente mais atrativa ao tráfego de passagem.

Em razão dos percursos comparativamente mais extensos, na alternativa de não construção do Trecho Norte do Rodoanel, o tráfego de passagem tende a continuar carregando a Marginal Tietê como via de transposição da metrópole, tendo os Trechos Leste e Sul como rota alternativa.

[1] Trajeto pela Rodovia Dom Pedro I a partir de Jacareí no Vale do Paraíba, seguido pela SP-091 (Anel Viário de Campinas), SP-330 (Via Anhanguera) e SP-021 (Trecho Oeste do Rodoanel Mario Covas) até a BR-116 (Régis Bittencourt) no município de Embu na Região Metropolitana de São Paulo.

[2] Trajeto pela Via Dutra até a RMSP, com passagem pela Marginal do Rio Tietê, Rodovia Castelo Branco até a interseção com o Trecho Oeste do Rodoanel e deste até a Rodovia Régis Bittencourt no município de Embu.



LEGENDA

- Sede de Município
- Ferrovias
- Rodovias
- Hidrografia
- Distritos Município de São Paulo
- Divisão Política Municipal
- Mancha Urbana
- Reservatórios

Unidades de Conservação de Proteção Integral

1- Parque Ecológico do Tietê
2- Parque Estadual da Cantareira
3- Parque Estadual Alberto Loefgren
4- Parque Estadual do Itaberaba
5- Parque Estadual do Itapetinga
6- Parque Estadual do Jaraguá
7- Parque Estadual do Juquery
8- Parque Nat Mun da Cult Negra-Sítio da Candinha
9- Reserva Biológica Burle Marx

ESCALA :

0 1,5 3 6 9 12 Km

Datum: Córrego Alegre UTM Fuso: 23S

FONTE: Departamento de Estradas do Estado de São Paulo - DER/SP.
BASE: Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Obtidos no site www.aneel.gov.br

ESCALA: 1:300.000	DES. Nº: Figura Alternativas Atuais.mxd
DATA: 09/09/2010	REV:Ø

CONSÓRCIO: JGP PRIME Engenharia

Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A.

RODOANEL MARIO COVAS TRECHO NORTE

Figura 3.1.a:

ALTERNATIVAS ATUAIS DE TRANSPOSIÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA

Em síntese, a opção pela não construção do Trecho Norte do Rodoanel constitui decisão que inviabiliza o alcance da plenitude dos impactos positivos do Programa Rodoanel como um todo, cujas justificativas de implantação são detalhadamente analisadas no Capítulo 2.0 do presente Estudo de Impacto Ambiental.

3.2
Alternativas Modais e Tecnológicas

O Programa Rodoanel é parte integrante de um plano de abrangência estadual, multi-modal e com metas de curto, médio e longo prazo, que envolvem o planejamento integrado de todos os modais de transporte. É objetivo do plano estadual de transportes aumentar a participação do modal ferroviário a médio prazo, em articulação com o modal rodoviário. Esses modais são complementares e atendem a demandas de transporte específicas, e não são concorrentes ou excludentes, mas complementares em termos do planejamento global de transportes no estado de São Paulo.

O transporte ferroviário atende por excelência ao transporte de grandes volumes de ponto a ponto, enquanto que o transporte rodoviário possui uma versatilidade muito grande para atender uma grande diversidade de pontos, tanto de coleta como de distribuição de mercadorias, em menores volumes. Assim, a matriz de transportes planejada no PDDT - Vivo implica na potencialização dos benefícios de ambos modais, aliados a outros, operando de maneira integrada, através da intermodalidade.

Portanto, as alternativas modais discutidas a seguir tratam de como otimizar o balanceamento, através de planejamento conjunto e da intermodalidade, na matriz de transportes de carga e de passageiros no estado de São Paulo, a qual requer investimentos e intervenções potencializadoras em todos os modais.

3.2.1
Alternativas Modais

De acordo com os objetivos do Programa Rodoanel apresentados na Seção 2.1, o Rodoanel é contemplado no processo de planejamento estratégico do setor de transporte do Estado de São Paulo através de sua inserção no conjunto de ações avaliadas em âmbito qualitativo e quantitativo, consolidadas no Plano Diretor de Desenvolvimento de Transporte do Estado – PDDT Vivo 2000 – 2020. Destacam-se no conjunto de ações propostas nesse Plano, aquelas que fazem parte da uma estratégia destinada a proporcionar um arcabouço intermodal à infra-estrutura de transportes do Estado.

Conforme diagnóstico realizado no âmbito do PDDT, a grande maioria dos produtos transportados no sistema de transporte do Estado de São Paulo é classificada como carga geral (82,3% das cargas no ano 2000). São, portanto, cargas passíveis de unitização (através de contêineres, *pallets* ou *big bags*). A unitização da carga geral permite por sua vez uma padronização da mesma em termos de equipamentos necessários para as operações logísticas. Isso permite ao sistema de transporte fazer uso dos benefícios de economia de escala proporcionados pela multi-modalidade (economias de escala inerentes aos modos hidroviário e ferroviário) e/ou dos processos logísticos de consolidação de cargas e respectivos volumes entre veículos de acordo com a adequação do tipo de transporte: longa, média e curtas distâncias).

Uma política de multi-modalidade permite também reduzir o desequilíbrio existente atualmente entre as demandas rodoviárias e aquelas de modos mais econômicos (hidrovia e ferrovia).

Entretanto, a multi-modalidade só se efetiva quando há infra-estrutura no sistema de transportes para viabilizar a transferência inter e intra-modal. Requer, portanto, a combinação de redes e sub-redes multi-modais integradas e complementares.

No PDDT 2000 - 2020, embora o modal rodoviário diminuirá sua participação relativa no sistema de transporte de cargas do Estado (de 93% em 2000 para 65% em 2020), ocorrerá no período, um aumento substancial da demanda rodoviária (de 108 bilhões de toneladas em 2000 para 164 bilhões de toneladas em 2020). O sistema ferroviário por sua vez passará, através da estratégia promovida pelo PDDT, a configurar um outro patamar de atendimento da demanda (de 5% para 31% no período de 20 anos). Para atingir essas metas, 66% dos investimentos previstos no plano estratégico deverão ser alocados ao setor rodoviário enquanto na modalidade ferroviária são previstos 14%.

Assim, no âmbito do PDDT os investimentos previstos no setor rodoviário serão destinados não somente ao incremento de capacidade e ampliação da malha, mas sim, para a configuração de um sistema de transporte onde os diferentes modos passam a operar de maneira integrada e complementar, oferecendo oportunidades de uso das economias de escala específicas proporcionadas por cada modo.

O Programa Rodoanel se insere no arcabouço de ações que promovem a política de incremento da intermodalidade no Estado, integrando o sistema rodoviário da área de influência da RMSP. Complementarmente, potencializa a intermodalidade com o sistema ferroviário, a ser complementado no futuro pelo anel ferroviário metropolitano (Ferroanel).

As alternativas modais que deram origem ao programa estabelecido pelo PDDT contemplam ações específicas para os modos rodoviário, ferroviário, hidroviário, dutoviário e de cabotagem.

Os principais investimentos previstos para os modos rodo, ferro e hidroviários no PDDT são sumarizados a seguir:

- Para os modos rodoviários foram contempladas, além da implantação do Rodoanel, ações de ampliação da malha principal e vicinal, eliminação de gargalos em áreas urbanas, recuperação da malha viária e a implantação de novas ligações Planalto - Litoral.

- Para o modo ferroviário foram contempladas ações de recuperação da malha existente, implantação de trens expressos de carga, implantação do Ferroanel (alças norte e sul) e interconexão entre ferrovias.

- Para o modo hidroviário foram contempladas ações para promover a ampliação da navegação até Artemis (rio Piracicaba) e Itumbiara (rio Paranaíba – GO), e implantação da navegação no Rio Paranapanema.

Todos os principais projetos previstos para cada modal foram analisados e avaliados isoladamente e em combinações múltiplas de maneira a proporcionar elementos para a tomada de decisão sobre o conjunto de ações que foi incorporado ao PDDT.

Nesse contexto, o princípio de multi-modalidade implica necessariamente na complementariedade entre modos, em que todos modos passam a ser parte integrante de um sistema racional, inexistindo opções ou alternativas excludentes entre si, mas balanceadas conjuntamente. Na prática, todos os modais são necessários. A diretriz estratégica do PDDT é aumentar a participação dos modais de maior capacidade no sistema, em especial o ferroviário. No entanto, isso não evita que uma grande quantidade de recursos tenha que continuar a ser alocada a projetos rodoviários para superar problemas existentes e potencializar resultados futuros relacionados ao desenvolvimento.

Essa mesma argumentação é válida em relação ao transporte de passageiros. O principal instrumento de planejamento de longo prazo nesse caso é o Plano Integrado de Transporte Urbano - PITU 2020, que define os investimentos em infra-estrutura e políticas de gestão e de preços para o setor de transporte público na RMSP. O quadro de investimentos previstos no PITU é descrito na Seção 2.3.2. Conforme se observa, apesar de privilegiar nitidamente os investimentos no transporte coletivo, com ênfase nos sistemas de grande capacidade (rede metroviária e outros sistemas sobre trilhos), o Plano inclui melhorias no sistema viário também, prevendo especificamente a construção do Rodoanel Mario Covas.

Há de se concluir, portanto, que os diversos projetos planejados para os setores de transporte de cargas e de passageiros não constituem opções excludentes e sim necessidades complementares. Mesmo com o PDDT privilegiando os investimentos nos modais de grande capacidade e o PITU privilegiando os investimentos no transporte coletivo, os investimentos no modal rodoviário continuam a ser necessários para produzir benefícios difusos, mas que repercutem positivamente nos outros modais. Desta forma, conforme demonstrado nas modelagens de tráfego desenvolvidas no presente EIA e nos estudos ambientais dos Trechos Oeste, Sul e Leste, a implantação do Trecho Norte do Rodoanel resultará em ganhos na velocidade média de todas as viagens no interior da RMSP, inclusive as realizadas por transporte coletivo de média capacidade.

Cumpre também registrar neste contexto, que os diversos projetos integrantes do PDDT e/ou do PITU não concorrem necessariamente pelos mesmos recursos. Os recursos que virão a ser disponibilizados para o Trecho Norte do Rodoanel serão viabilizados principalmente pela relação custo – benefício e respectiva taxa de retorno do projeto, não estando automaticamente disponíveis para outros projetos no caso da sua não implantação.

Desta forma, no caso do Programa Rodoanel, a discussão sobre alternativas modais não pode ser colocada como uma discussão sobre opções ou preferências por um ou outro modal. Os objetivos específicos do Programa Rodoanel somente podem ser atingidos através do modal rodoviário. Os objetivos estratégicos do PDDT 2020 e do PITU 2020 também dependem da implantação do Rodoanel para serem alcançados, haja vista as relações de sinergia e complementaridade entre modais que são corretamente identificadas e definidas por esses instrumentos de planejamento setorial.

3.2.2
Alternativas Tecnológicas

A decisão sobre o tipo de rodovia a ser construída também envolve opções tecnológicas.

No âmbito dessa discussão, a primeira opção é sobre o tipo ou padrão rodoviário a ser implantado. Nesse contexto, deve-se fazer referência à classificação oficial de rodovias no Brasil adotada pelo atual DNIT (Norma para o Projeto Geométrico de Estradas de Rodagem – Ministério dos Transportes – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER – Diretoria de Planejamento). Essa norma classifica as rodovias em função de suas características, conforme apresentado de forma sucinta no **Quadro 3.1.2.a** a seguir:

Quadro 3.1.2.a
Classificação de Rodovias

Classe de Projeto		Tipo	Principais características
0		Via Expressa	Controle total de acessos, velocidade diretriz de 120 km/h, canteiro central de 11 m, faixas de rolamento de 3,6 m e acostamentos pavimentados de 3,00 m.
I	**A**	Pista dupla	Controle parcial de acessos, velocidade diretriz de 80 km/h, canteiro central de 6 m, faixas de rolamento de 3,5 m, acostamentos não necessariamente pavimentados de 2,5 m.
	B	Pista simples	-
II		Pista simples	-
III		Pista simples	-
IV		Pista simples	-

Fonte: Adaptado de Normas para o Projeto Geométrico de Estradas de Rodagem – Ministério dos Transportes – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER (DNER, 1999).

Para fins de execução de projetos esta classificação está diretamente relacionada com o nível de qualidade de serviços que a rodovia se propõe a atender, ou seja, a definição dos meios físicos necessários para que os volumes previstos de tráfego se executem com economia, conforto e segurança.

A opção por uma rodovia de pista dupla (Classe “0” ou Classe “IA”) justifica-se quando os volumes de tráfego projetados são elevados e a estimativa de tráfego para o décimo ano de abertura para uma rodovia de pista simples implicar em:

- Nível de serviço inferior ao nível C no caso de terreno plano ou levemente ondulado, o que ocorre quando o Volume Diário Médio (VDM) se situa acima de 5.500 veículos para o caso de região plana com excelentes condições de visibilidade ou, acima de 1.900 veículos por dia, no caso de região levemente ondulada com más condições de visibilidade;

- Nível de serviço inferior ao nível D em caso de terreno fortemente ondulado ou montanhoso, o que ocorre quando o VDM fica acima de 2.600 veículos por dia em região com condições de visibilidade excelentes, ou acima de 1.000 veículos por dia, em região com más condições de visibilidade.

A opção por uma rodovia Classe “0” (via expressa), em detrimento de uma rodovia Classe “IA”, se justifica quando:

- a função absolutamente preponderante da rodovia for a de atender à demanda de tráfego de passagem pela região atravessada (função mobilidade), em detrimento do atendimento ao tráfego local e às propriedades lindeiras (função acessibilidade), que por hipótese serão atendidas por outras vias;

- a interferência recíproca entre atividades humanas nas propriedades lindeiras ou áreas vizinhas à faixa de domínio (pedestres, paradas de ônibus, tráfego local, etc) e o fluxo de tráfego direto, causar atritos indesejáveis sob aspectos operacionais e de segurança.

No caso específico do Rodoanel, face aos volumes de tráfego envolvidos, tipos de viagem a atrair e nível de qualidade de serviço a ser oferecido ao usuário, foi adotada a Classe “0” como referência de projeto.

Complementarmente, para a definição do padrão geométrico (raios mínimos de curvatura, rampas máximas, largura de pista e acostamentos, distâncias de visibilidade, etc.), adotaram-se como referência não somente as diretrizes do DNER (atual DNIT) apresentadas no quadro anterior, mas também o estipulado nas diretrizes da *American Association of State Highway and Transportation Officials - AASHTO*, que incorpora o estado da arte em termos de engenharia rodoviária internacional.

Desta forma, o padrão geométrico a ser adotado no Trecho Norte do Rodoanel, no relativo especificamente aos parâmetros que constituem condicionantes do traçado, é o seguinte:

- Raio da curva horizontal mínima: 375 metros
- Rampa máxima: 4%
- Largura da faixa de domínio: 130 metros

Alternativas tecnológicas também são contempladas no projeto do Trecho Norte do Rodoanel, no relativo a soluções técnicas de engenharia e aos procedimentos construtivos a executar. Essas alternativas são contempladas ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento do projeto de engenharia, porém com maior ênfase na etapa de detalhamento do Projeto Executivo a ser iniciada com posterioridade à conclusão do EIA.

Dentre as alternativas de solução técnica de engenharia avaliadas comparativamente, destacam-se:

- Alternativas quanto ao projeto do pavimento, considerando-se as opções entre pavimentos flexíveis e pavimentos rígidos, segundo as características de sustentação dos diversos tipos de terreno interceptados pelo traçado.

- Alternativas de engenharia para os viadutos, em especial nos casos que dependem de soluções contemplando grandes vãos.

- Alternativas de engenharia para construção de túneis, bem como dos seus sistemas de segurança e de ventilação.

- Alternativas estruturais ou semi-estruturais para estabilização de taludes instáveis.

- Alternativas para atenuação de impactos acústicos.

Dentre as alternativas de procedimentos construtivos consideradas durante a elaboração dos projetos funcional e básico do Trecho Norte destacam-se sob a ótica ambiental as seguintes:

- Alternativas quanto ao método construtivo para transposição em aterro de planícies de inundação, avaliando-se comparativamente as diversas técnicas para melhoramento e/ou adensamento de solos moles, versus a sua substituição, com os respectivos impactos no transporte e disposição em bota-fora.

- Alternativas de procedimento executivo para execução de fundações de viadutos, na transposição de cavas de mineração ou outras situações similares.

- Alternativas para desvio de cursos d'água quando da execução de travessias.

Alternativas tecnológicas relativas a outros aspectos de abrangência mais pontual serão também objeto de discussão durante todo o processo de detalhamento do Projeto Executivo de Engenharia, devendo ser tratadas no âmbito de um programa ambiental específico proposto com essa finalidade (ver Programa de Otimização Ambiental do Projeto Executivo na Seção 7.5).

3.2.3
Alternativas Quanto a Utilização Multi-modal da Faixa de Domínio

A Avaliação Ambiental Estratégica do Programa Rodoanel (DERSA; FESPSP 2004a) indicou que a viabilização de um traçado único para o Trecho Sul do Rodoanel e para a Alça Sul do Ferroanel poderia representar ganhos ambientais significativos. Essa possibilidade foi investigada durante o desenvolvimento do Estudo de Impacto Ambiental do Trecho Sul do Rodoanel, que confirmou a viabilidade e conveniência ambiental do compartilhamento dos traçados.

De fato, o traçado definido para o Trecho Sul do Rodoanel é comum a uma alternativa de traçado da Alça Sul do Ferroanel ao longo de uma extensão de aproximadamente 30 km entre o extremo leste do Trecho Sul em Ribeirão Pires e a região próxima à estrada de Parelheiros. Ao longo de todo esse trecho, os estudos de alternativas de traçado contemplaram condicionantes de geometria que atendessem as necessidades tanto do Rodoanel quanto do Ferroanel, sendo que tal diretriz acabou não inviabilizando nenhuma das alternativas para o Rodoanel que seriam razoavelmente viáveis caso a geometria do Ferroanel não fosse contemplada.

As vantagens do compartilhamento do traçado já apresentadas no EIA do Trecho Sul do Rodoanel (DERSA; FESPSP, 2004b) são muitas e decorrem em parte da função logística da alça sul do Ferroanel no contexto da Região Metropolitana de São Paulo e do Estado como um todo.

A Alça Sul do Ferroanel pretende interligar a malha ferroviária operada pela MRS Logística (ramal Suzano-Rio Grande da Serra) com a malha operada hoje pelo Grupo América Latina Logística (ramal Mairinque-Santos), em percurso externo à mancha

urbana consolidada da Região Metropolitana, com destaque para os seguintes benefícios:

- Otimização da transposição ferroviária da Região Metropolitana de São Paulo, sobretudo para os fluxos de passagem de Minas Gerais e Rio de Janeiro para a região Sul e vice-versa;
- Viabilização do tráfego mútuo entre os sistemas operados pela MRS (bitola larga) e pela ALL (bitola estreita);
- Melhoria de acessibilidade à Baixada Santista e ao Porto de Santos, com redução do tempo de viagens e custos associados;
- Liberação da malha ferroviária interna da Região Metropolitana de São Paulo, viabilizando a sua utilização preferencial para o transporte de passageiros.

Tendo em vista que no Trecho Sul os traçados do Rodoanel e Ferroanel poderão ser compartilhados, os estudos de alternativas de traçado para o Trecho Leste contemplaram que essa condição poderá continuar no extremo sul do Trecho Leste do Rodoanel, no trecho de aproximadamente 6,8 km entre o final do Trecho Sul e o ponto a partir do qual o traçado do Ferroanel começa a se afastar do Rodoanel na direção leste, enquanto as pistas do Rodoanel defletem em direção norte. .

As vantagens socioambientais, logísticas e econômicas da viabilização do traçado comum aqui discutidas, podem ser múltiplas, cabe destacar as seguintes:

- Viabiliza-se, a partir da proximidade do Rodoanel com o Ferroanel, a implantação futura de Centros Logísticos Integrados (CLIs), que deverão permitir uma ampla integração intermodal do transporte de cargas na Região Metropolitana e no Estado de São Paulo como um todo.
- Concentram-se ao longo de um único traçado os impactos de duas obras lineares de grande porte, com os respectivos impactos durante a construção e operação.
- Possibilitam a redução das necessidades de movimentação de terra e serviços de terraplenagem.
- Viabiliza-se, em caso de simultaneidade das obras de terraplenagem, que os principais impactos de construção do Rodoanel e Ferroanel ocorram em uma única instância, com benefícios muito significativos em termos de redução dos impactos ambientais e sociais da fase de construção como um todo.

Na Alça Norte do Ferroanel, destinada a ligar a região de Campo Limpo Paulista com a região leste da RMSP, em Itaquaquecetuba (estação Manoel Feio da MRS), foi considerada nos estudos do Trecho Norte do Rodoanel. Como as diretrizes de traçado são bastante diversas entre os dois projetos, aproximando-se apenas na região leste de Guarulhos, buscou-se, tão somente nos estudos de traçado do Trecho Norte do Rodoanel, não inviabilizar eventuais passagens necessárias ao futuro projeto do Ferroanel nessa região.

3.3
Alternativas de Traçado

3.3.1
Metodologia

De modo geral, os estudos de seleção do traçado para o Trecho Norte do Rodoanel Mario Covas adotaram a mesma metodologia aplicada nos Estudos de Impacto Ambiental dos Trechos Oeste, Sul e Leste, com aprimoramentos decorrentes da incorporação de contribuições que se mostraram pertinentes durante o processo de análise técnica e discussão pública desses estudos.

Os estudos de traçado foram desenvolvidos durante as fases iniciais de elaboração do EIA/RIMA com a participação dos coordenadores da equipe técnica responsável pelo estudo, em conjunto com a área de engenharia da DERSA e com as empresas projetistas. Esses estudos seguiram procedimentos metodológicos rigorosos destinados a garantir que:

- a avaliação ambiental comparativa das alternativas contemplasse, de maneira ponderada, todos os critérios de avaliação pertinentes.
- a metodologia de identificação de alternativas garantisse que todas as alternativas tecnicamente viáveis fossem contempladas, incluindo as suas variantes e combinações possíveis.

A estratégia de trabalho conjunto com a área de engenharia da DERSA e empresas projetistas garantiu que as variáveis ambientais fossem devidamente incorporadas ao estudo de alternativas locacionais, o que resultou na otimização ambiental do traçado preferencial, com conseqüente redução da intensidade de impactos socioambientais do empreendimento.

Os estudos se apoiaram em base cartográfica produzida a partir das seguintes recursos cartográficos:

- mosaico de imagens aéreas obtidas em vôo contratado pela DERSA e realizado pela empresa Base Aerofotogrametria S/A em maio de 2007
- base topográfica digital de restituição aerofotogramétrica na escala 1:10.000 fornecida pela Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A. com eqüidistância de 5 metros entre curvas de nível
- base topográfica digital de restituição aerofotogramétrica nas escala 1:10.000 fornecida pelas prefeituras de São Paulo e Guarulhos, com curvas de nível eqüidistantes em 5 metros ou 1 metro, conforme o setor dos seus respectivos municípios

A base cartográfica assim composta subsidiou a realização dos estudos de alternativas em suas diferentes fases, assim como a elaboração do projeto básico após a seleção da diretriz de traçado.

Tratando-se de uma análise multicriterial baseada na consideração simultânea de um amplo conjunto de critérios de formulação e seleção de alternativas de traçado, os estudos foram subsidiados também por informações produzidas ou obtidas ao longo da elaboração do Estudo de Impacto Ambiental.

Os estudos se apoiaram ainda na interpretação de imagens orbitais de alta resolução disponíveis no programa *Google Earth Pro* e que cobrem toda a área de busca de alternativas.

Os procedimentos técnicos adotados nos estudos locacionais são descritos a seguir. A execução dos estudos locacionais foi dividida em 5 etapas, cujo seqüencial desenvolvimento possibilitou a identificação e seleção do melhor traçado para o Trecho Norte do Rodoanel Mario Covas.

As fases de realização dos estudos locacionais foram as seguintes:

- Levantamento de alternativas históricas de traçado
- Identificação e seleção de macro-diretrizes de traçado
- Consulta e discussão com prefeituras municipais e outras partes interessadas
- Identificação e seleção de diretrizes de traçado
- Otimização da diretriz selecionada

Cumpre registrar que o procedimento inicial dos estudos teve como referência a definição ou o reconhecimento de dois pontos obrigatórios de passagem do Trecho Norte do Rodoanel.

O primeiro ponto obrigatório de passagem constitui a interligação com o Trecho Oeste, o que deve ocorrer necessariamente na interseção existente entre esse segmento Rodoanel Mario Covas com a Avenida Raimundo Pereira de Magalhães, no noroeste do município de São Paulo, na região do bairro de Perus.

O segundo ponto obrigatório de passagem compreende a ligação com o Trecho Leste do Rodoanel, na altura do Km 204 da Rodovia Presidente Dutra, no município de Arujá, porém nas proximidades da divisa deste município com Guarulhos. O Trecho Leste do Rodoanel foi objeto de Estudo de Impacto Ambiental, contando com Licença Ambiental Prévia emitida pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo em março de 2010. A localização da interseção entre o Trecho Leste e a Rodovia Presidente Dutra foi estudada na Avaliação Ambiental Estratégica do Programa Rodoanel e em detalhe no EIA desse trecho.

Para o Trecho Norte a escolha pela conexão no km 204 da Rodovia Presidente Dutra não inviabilizou o desenvolvimento de traçados alternativos ao longo de nenhuma das macro-diretrizes estudadas, seja ao norte ou ao sul do Parque Estadual da Cantareira.

A seguir são descritas as etapas principais da metodologia de seleção de traçado.

1ª etapa - Levantamento das alternativas históricas de traçado

A primeira etapa do processo consistiu basicamente no levantamento de todas as propostas anteriores de implantação de contornos viários na cidade de São Paulo e na sua Região Metropolitana, abrangendo desse modo todo o período transcorrido desde o início da década de 1950.

Tal procedimento permitiu inventariar todos os projetos já formulados, com ênfase nas alternativas de traçado estudadas para o Trecho Norte do Rodoanel (**Seção 3.2.2**), identificando-se os aspectos favoráveis e desfavoráveis apontados em cada caso e a viabilidade de tais propostas no atual contexto sócio-espacial da Região Metropolitana.

Cabe ressaltar nesse contexto que em função da consolidação dos processos de ocupação urbana na Região Metropolitana, muitos dos traçados históricos não se mostram mais viáveis.

2ª etapa - Identificação e seleção das macro-diretrizes de traçado

Sobre a base das análises desenvolvidas na etapa inicial, os estudos de seleção do traçado tiveram continuidade através de um processo gradual, que contemplou inicialmente a identificação e seleção de macro-diretrizes de traçado, ou seja, de faixas ou corredores sobre os quais é possível o desenvolvimento de um traçado de uma estrutura linear como o Trecho Norte do Rodoanel. Assim, na prática, cada macro-diretriz pode ser definida também como uma faixa de busca de alternativas.

A identificação de macro-diretrizes alternativas baseou-se, em um primeiro momento, em procedimento de sobreposição ou combinação entre as alternativas históricas de traçado propostas para o Trecho Norte. Tal procedimento, efetuado anteriormente no âmbito de Avaliação Ambiental Estratégica (DERSA; FESPSP, 2004), resultou inicialmente na identificação de duas (02) macro-diretrizes alternativas, sendo uma posicionada ao norte e outra ao sul do Parque Estadual da Cantareira.

Outras macro-diretrizes foram procuradas com base em combinações entre alternativas históricas e verificação da viabilidade das mesmas através da sua sobreposição em imagens aerofotogramétricas e de satélite (na escala 1:50.000). Nesse processo, foram considerados os critérios de formulação e seleção já utilizados nos estudos anteriores do Rodoanel, que em diferentes graus resultam em restrições ou acabam condicionando o traçado de estruturas lineares como rodovias.

Sempre que possível buscou-se posicionar ou delimitar a abrangência das Macro-diretrizes de forma a evitar sobreposições ou interferências significativas sobre os elementos considerados como condicionantes de traçado.

Foram consideradas as restrições indicadas a seguir:

Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentado

São englobadas, neste conjunto, as áreas legalmente protegidas nos termos da Lei Federal N º 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. As Unidades de Proteção Integral estabelecidas são os Parques, Reservas Ecológicas, Estações Ecológicas, Monumentos Naturais e Refúgios da Vida

Silvestre. Já o grupo de Unidades de Uso Sustentado é formado pelas Áreas de Proteção Ambiental, Florestas Nacionais, Reservas Particulares do Patrimônio Natural, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Reservas Extrativistas, Reserva de Fauna e Reservas de Desenvolvimento Sustentável. Para fins desta análise, foram levantadas as Unidades de Conservação definidas nas esferas federal, estadual e municipal.

As informações necessárias ao mapeamento das Unidades de Conservação foram levantadas em bases geográficas ou fontes como o IBAMA, o ICMBio, o IBGE, a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Prefeituras Municipais.

O critério geral adotado na formulação dos corredores foi o de evitar, sempre que possível, interferências sobre os limites das Unidades de Conservação e suas zonas de amortecimento, sobretudo das unidades integrantes do Grupo de Proteção Integral, como é o caso dos parques estaduais da Cantareira, Juquery, Itaberaba e Itapetinga.

Áreas com significativa cobertura vegetal nativa

Englobando parte dos territórios municipais de São Paulo, Guarulhos, Mairiporã, Caieiras e Franco da Rocha, o setor norte da Região Metropolitana de São Paulo apresenta um importante conjunto de áreas florestadas remanescentes, que ocorrem mesclados com usos da terra rurais e urbanos.

Parte importante dessa vegetação remanescente no setor norte da RMSP encontra-se atualmente dentro dos limites dos parques estaduais da Cantareira (7.900 ha), Itaberaba (15.113 ha), Itapetinga (10.191 ha) e Juquery (1.927 ha), este último com áreas remanescentes de vegetação de Cerrado. Os Parques Estaduais Itaberaba e Itapetinga foram criados pelo governo do estado de São Paulo em 2010 e abrangem também áreas além dos limites da RMSP.

Em conjunto, as áreas de vegetação nativa que caracterizam o setor norte da RMSP formam um contínuo de formações de florestas que se prolonga desde a Serra da Cantareira no sentido nordeste até a Serra da Mantiqueira, onde há também importante cobertura vegetal nativa remanescente e outras unidades de conservação de proteção integral.

Áreas de ocupação urbana consolidada

A formulação de macro-diretrizes de traçado evitou, sempre que possível, sobreposições significativas com áreas de urbanização consolidada, minimizando ou mesmo evitando muitos dos impactos decorrentes desse tipo de interferências, entre os quais aqueles associados à transferência compulsória de população e à segmentação e isolamento de bairros residenciais.

Nesse propósito, a 2ª fase dos estudos de viabilidade do Trecho Norte do Rodoanel privilegiou sempre que possível o posicionamento das macro-diretrizes em áreas antropizadas de baixa densidade de ocupação existentes em setores não totalmente urbanizados do anel peri-urbano da Região Metropolitana de São Paulo.

Embora considerada como critério geral já nesta fase dos estudos, a efetiva compatibilização do eixo rodoviário com setores urbanizados foi efetuada nas fases

seguintes dos estudos, quando da formulação de diretrizes de traçado (4ª etapa) e especialmente na otimização da diretriz preferencial (5ª etapa).

A interferência com áreas de ocupação irregular em áreas de risco não foi considerada como fator de exclusão, tendo em vista que nesse caso, o reassentamento de população, apesar da intensidade inicial dos seus impactos, apresenta também aspectos positivos a médio e longo prazo.

Áreas de elevada fragilidade natural do relevo

Tendo como referência o mapeamento da Carta de Aptidão Física ao Assentamento Urbano, elaborada por IPT/EMPLASA (1990), a formulação e a avaliação comparativa das macro-diretrizes de traçado privilegiaram os percursos sobre relevos favoráveis e de menor fragilidade, caso específico de colinas, morrotes e morros baixos, segundo a classificação adotada no mapeamento citado.

Foram avaliadas negativamente as macro-diretrizes de traçado que implicam em interferências extensivas com planícies aluviais (4al), Morrotes baixos isolados (5xt, 5mg, 5af), Morrotes altos (6tc, 6xt, 6mg, 6gr, 6af) e Morros Altos (7xt, 7mg, 7gr, 7af, 7qz), enquadradas no mapeamento IPT/EMPLASA como áreas dotadas de severas restrições à ocupação urbana.

Travessias fluviais e sistemas produtores de água

Considerando a escala de desenvolvimento dessa etapa dos estudos de seleção do traçado (1:50.000), os parâmetros adotados em relação à avaliação das interferências sobre os recursos hídricos vincularam-se às interferências diretas (número de travessias, extensão dos trechos de afetação longitudinal), mas também à extensão dos percursos em áreas ou bacias hidrográficas integrantes de sistemas produtores de água para abastecimento público.

Diferentemente do Trecho Sul do Rodoanel, onde todas as macro-diretrizes viáveis encontravam-se dentro da Área de Proteção de Mananciais dos sistemas Guarapiranga e Billings/Rio Grande, o setor norte da RMSP e particularmente a área de interesse à passagem do Trecho Norte do Rodoanel apresenta áreas enquadradas como de proteção e recuperação de mananciais e áreas sem esse tipo de enquadramento.

Nessa condição, havendo viabilidade técnica, bem como vantagens quanto a outros condicionantes ambientais de traçado, a redução da extensão de obras de trechos rodoviários em área de proteção de mananciais pode ser considerado fator na formulação e de comparação de macro-diretrizes de traçado.

Soma-se aos critérios básicos ora mencionados o chamado critério dimensional, relativo à extensão total das macro-diretrizes identificadas. Estudos de modelagens já efetuadas no âmbito do processo de planejamento do Rodoanel Mario Covas como um todo indicam que o aumento da extensão do traçado e o afastamento do centro metropolitano afetam diretamente os benefícios gerados pelo empreendimento, uma vez que, com maior afastamento, a atração de viagens se reduz.

Na mesma perspectiva, a maior extensão de traçado implica necessariamente numa área de intervenção maior, o que potencializa a ampliação geográfica dos impactos ambientais associados ao empreendimento. As macro-diretrizes que resultariam em traçados com extensão 30% superior à macro-diretriz de menor extensão foram consideradas desvantajosas.

Efetuada a identificação das macro-diretrizes para o Trecho Norte do Rodoanel, ainda como parte da 2ª etapa, procedeu-se a análise comparativa e a seleção das macro-diretrizes identificadas.

3ª etapa – Consulta e discussão com prefeituras e outras partes interessadas

Essa etapa inicia-se com a análise sintética do processo histórico de discussão de alternativas de traçado do Trecho Norte do Rodoanel, considerando as principais alternativas históricas.

As macro-diretrizes estudadas ou selecionadas subsidiaram as consultas e reuniões técnicas com representantes das prefeituras dos municípios cujos territórios são interceptados pelas macro-diretrizes selecionadas.

Essas consultas contaram com participação das administrações municipais, em especial dos setores responsáveis pelo planejamento urbano e gestão ambiental. Nelas foram inicialmente apresentadas as macro-diretrizes e em um segundo momento, a alternativa preferencial.

Foram realizadas consultas e discussões com as prefeituras de Arujá, Caieiras, Franco da Rocha, Mairiporã, São Paulo e Guarulhos, além de outros órgãos.

Os comentários, posicionamentos e sugestões recebidas de todas as partes interessadas consultadas encontram-se discutidos e analisados na Seção 3.2.6.

4ª etapa – Identificação e seleção de diretrizes de traçado

Dentro dos limites espaciais definidos pelas macro-diretrizes ou *faixas de busca*, foram lançadas as alternativas históricas coincidentes com a mesma. As alternativas não mais viáveis em função da consolidação da ocupação urbana foram descartadas.

A seguir, com base na análise de imagens aerofotogramétricas e orbitais, inspeções de campo e reconhecimento aéreo, foram identificadas zonas e pontos de restrição, onde as opções de passagem do Rodoanel são mais restritas e, portanto, o leque de alternativas mais limitado, seja por fatores condicionantes como o relevo, a cobertura vegetal nativa, mas também a ocupação urbana consolidada.

Efetuada a identificação e localização das transposições possíveis, foram formuladas diretrizes de traçado mediante interpolação entre estes pontos de maior restrição. Através de combinações entre segmentos dessas alternativas, geraram-se variantes adicionais.

No processo assim descrito, foram considerados os condicionantes geométricos anteriormente estabelecidos para uma rodovia Classe 0 (Seção 3.2.2).

Sobre o grupo de diretrizes identificado, desenvolveram-se estudos de engenharia, de forma a viabilizar a posterior avaliação comparativa baseada no efetivo conhecimento das características geométricas de cada uma das diretrizes, bem como o porte das intervenções sobre os terrenos, a intensidade e magnitude das atividades de terraplenagem como um todo e a necessidade de exploração de áreas de empréstimo e a habilitação de áreas de bota-fora.

Complementarmente às informações sobre a engenharia dos traçados, foram consolidadas as informações sobre as características sociais e ambientais dos terrenos interceptados pelos eixos. As informações que subsidiaram a análise foram produzidas no Diagnóstico Ambiental da Área de Influência (AID) e possibilitaram a produção de uma base geográfica na qual foram espacializadas as principais restrições ou elementos condicionadores de traçado que integram a Matriz Multi-criterial, configurando um Mapa Síntese de Restrições Ambientais apresentado na escala 1:25.000 (Seção 3.3.5).

A análise dos traçados das diretrizes foi estruturada segundo subtrechos, permitindo a comparação de diferentes eixos ao longo de setores do corredor de busca (macro-diretriz). Com adoção desse processo e a análise por segmento, é possível construir um traçado preferencial composto pela combinação das melhores diretrizes sob o aspecto de engenharia e ambiental de cada um dos subtrechos estudados.

Os seguintes critérios nortearam a realização dos estudos na fase de identificação e seleção de diretrizes de traçado:

Aspectos Gerais

Geometria do projeto

Todas as diretrizes de traçado foram desenvolvidas para atender as condições geométricas mínimas anteriormente descritas, especialmente com relação à geometria horizontal e vertical. No entanto, algumas situações e restrições podem exigir soluções "imperfeitas", como na configuração alças nas interseções com raio de curvatura menor que o ideal, ramos que circundam bairros, etc.. Essas situações evidenciam o comprometimento de condição geométrica muitas vezes adotada com o objetivo de minimizar algum impacto ou interferência ambiental ou social, porém dentro de limites técnicos aceitáveis.

Trata-se em todos os casos de uma situação contemplada na avaliação ambiental comparativa, penalizando as alternativas em que o projeto viável não é "perfeito" sob a ótica da sua configuração geométrica.

Incorporação de sugestões e adequações em função de projetos das municipalidades

Conforme relatado na Seção 3.2.6, os municípios situados no setor norte da Região Metropolitana de São Paulo foram consultados e manifestaram as suas preferências durante a realização dos estudos. Foram recolhidas e analisadas sugestões de técnicos e autoridades quanto às alternativas de traçado.

A maior parte das reivindicações municipais de traçado foca-se na redução de interferências ambientais ou sociais com áreas lindeiras, ou possíveis interferências com futuros planos ou projetos municipais relacionados a programas habitacionais ou de proteção ambiental.

No entanto, nem sempre é possível conciliar reivindicações colocadas com as restrições geométricas do traçado.

Sem prejuízo do exposto acima, a forma em que cada alternativa atende às reivindicações municipais constitui uma variável de avaliação de traçado. Em todos os casos, a avaliação ambiental comparativa considera favoravelmente aquelas alternativas que atendem às reivindicações municipais.

Efeito barreira potencial

A dinâmica histórica de expansão urbana da Região Metropolitana de São Paulo apresenta uma crescente conurbação entre núcleos urbanos originariamente isolados entre si. Nesse processo, as descontinuidades do tecido urbano são gradualmente reduzidas, ressalvadas as barreiras naturais que limitam as possibilidades de integração.

No setor norte da RMSP esse processo de expansão urbana é verificado, porém o mesmo apresentou ao longo de sua consolidação algumas particularidades decorrentes de restrições físicas dos terrenos amorreados e montanhosos que compõem a região da Serra da Cantareira, mas também vinculadas à criação do Parque Estadual da Cantareira em 1963, que limitou em parte o avanço da urbanização no sentido norte.

No entanto, verifica-se ainda em muitos setores a progressiva expansão da urbanização subnormal no sentido norte, ocupando terrenos de encostas desfavoráveis à ocupação urbana.

Nessa condição, torna-se atraente a possibilidade de utilização do corpo estradal do Trecho Norte como “barreira física” para conter ocupações futuras e proteger especialmente os setores de encostas relativamente preservados e limítrofes ao Parque Estadual da Cantareira. Trata-se de estratégia válida ao longo das diretrizes posicionadas ao sul desta unidade de conservação, sem possibilidade de efeito nos eixos estudados ao norte do Parque Estadual.

Como nem todas as diretrizes alternativas identificadas apresentam as mesmas oportunidades de constituição de barreira física, este aspecto constitui critério de avaliação, favorecendo as alternativas que apresentam as melhores oportunidades de implementar essa estratégia como forma de proteção de áreas de particular interesse ambiental e/ou contenção de ocupação futura.

Aspectos do Meio Antrópico

Interferência com áreas urbanas consolidadas e necessidades de relocação de população e desapropriações

Mesmo que a interferência com grandes áreas de ocupação consolidada exigindo a relocação e/ou reassentamento (em casos de ocupação irregular) de grandes quantidades de pessoas e/ou atividades econômicas seja um critério de exclusão, todas as alternativas de traçado consideradas viáveis apresentam algum nível de interferência com áreas ocupadas.

Nos casos de interferências com áreas de ocupação irregular, especialmente quando as mesmas se enquadram como áreas de risco, a relocação e o reassentamento das famílias afetadas para áreas seguras e em habitações adequadas constitui aspecto que pode vir a ser positivo, o que permite reduzir a importância deste fator como aspecto negativo na avaliação.

Segmentação de áreas urbanas

A segmentação de áreas urbanas, notadamente residenciais, com forte interligação funcional, constitui outro importante critério de avaliação, uma vez que resulta em perda de funcionalidade urbana, fragilização do comércio local, alteração da hierarquia de vias locais, entre outros impactos urbanos.

Interferência com áreas objeto de concessão de lavra de exploração mineral

A mineração é uma atividade presente em quase todos os municípios da Região Metropolitana de São Paulo, e na AID do Trecho Norte ocorrem áreas ainda sob intensa exploração, especialmente nos municípios de Guarulhos e São Paulo.

Com base nas informações disponibilizadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), foi realizado o levantamento dos estágios dos processos de mineração existentes e que poderiam ser afetados pelo traçado, objetivando desse modo evitar interferências do traçado do Trecho Norte com áreas minerárias em exploração e/ou com áreas objeto de concessão de lavra concedida ou em licenciamento.

Existência de receptores críticos próximos sujeitos a baixo nível de ruído atual

A presença de receptores críticos (escolas, hospitais, casas de saúde) em áreas de urbanização consolidada ou em consolidação, que ficarão a menos de 100 a 150 metros do limite da faixa de domínio do Trecho Norte, e que hoje estão sujeitas a níveis limitados de ruído em virtude da ausência de eixos viários com elevado carregamento de tráfego, deverão experimentar acréscimo nos níveis de ruído de fundo, com intensidade em geral crescente nas áreas mais próximas.

Mesmo em se tratando de um impacto em grande parte mitigável mediante soluções de engenharia, trata-se de um aspecto a considerar na seleção do traçado. Neste contexto, a presença de “receptores críticos” foi mapeada e considerada na avaliação.

Necessidade de relocação de indústrias com reduzida mobilidade

A formulação de diretrizes de traçado pode resultar na sobreposição de eixos alternativos com estabelecimentos industriais.

Embora esse tipo de interferência constitua impacto negativo em qualquer hipótese, a avaliação comparativa contemplou a consideração especial nos casos de relocação de indústrias que, em função das características dos seus processos, são consideradas de reduzida mobilidade; ou seja, aquelas que requerem um tempo maior para serem realocadas em função de instalações muito específicas e de ciclos de licenciamento ambiental relativamente complexos. Esses tipos de afetação podem inclusive vir a prejudicar o cronograma de implantação das obras do Trecho Norte, pelo qual esse critério se reveste de importância especial.

Interferência com utilidades lineares

Todas as alternativas interceptam estruturas do sistema produtor de água Cantareira, operado pela SABESP, além de redes de distribuição da própria SABESP e de municípios que possuem serviços autônomos de água e esgoto, como Guarulhos. Outras redes de utilidades são também interceptadas, como linhas de transmissão de energia.

As condições em que ocorre essa interceptação foram consideradas, favorecendo-se as alternativas em que a mesma ocorre em seções em aterro, em detrimento das interceptações que ocorrem em seções em corte, exigindo remanejamento e/ou aprofundamento dos dutos / adutoras.

Interferência com Patrimônio Histórico

Todas as edificações tombadas ou com valor histórico-cultural na AID foram mapeadas e a eventual interferência direta com as mesmas foi considerada no processo de avaliação comparativa.

Aspectos do Meio Biótico

Interferência com maciços florestais

A fragmentação de grandes maciços florestais é um importante fator de seleção de alternativas de traçado. Os fragmentos maiores são de preservação estratégica na região de estudo, tanto em função da carência de grandes remanescentes florestais, quanto pelo fato de ter capacidade de sustentar uma biodiversidade maior que os fragmentos menores e serem os principais abrigos potenciais para a fauna remanescente na região.

Sem prejuízo do exposto, todas as alternativas de traçado consideradas implicam em algum nível de impacto direto com supressão de vegetação dos maciços florestais mais importantes, porém de maneira tangencial, restrita às bordas ou setores periféricos.

Os impactos em fragmentos médios e pequenos, enquadrados nos estágios médio a médio-avançado de regeneração, também constituem fator considerável na avaliação ambiental das alternativas de traçado, sobretudo os que estão inseridos em zonas com possibilidade de conectividade.

Interferência com fragmentos florestais inseridos em zonas com conectividade

A interceptação de corredores contínuos ou semi-contínuos de vegetação nativa, incluindo maciços florestais de porte significativo, constitui outro impacto negativo contemplado com esse vetor na avaliação ambiental comparativa das alternativas de traçado.

Particularmente no setor norte da Região Metropolitana de São Paulo verifica-se condições favoráveis a conectividade do Parque Estadual da Cantareira com outras unidades de conservação, como é o caso dos Parques Estaduais do Juqueri, do Itapetinga e Itaberaba, e deste conjunto de unidades de conservação com áreas e outras unidades de conservação da região da Serra da Mantiqueira.

Interferências com Unidades de Conservação

As interferências com Unidades de Conservação do tipo de proteção integral foram consideradas como elementos condicionantes na etapa de formulação e seleção de macro-diretrizes de traçado.

Considerando a posição e os limites territoriais das unidades, nem sempre é possível eliminar toda e qualquer interceptação das diretrizes com as áreas protegidas.

Em todo caso, na hipótese de interferências com unidades de conservação de proteção integral foram privilegiadas as diretrizes com possibilidade de desenvolvimento do traçado com percurso em túnel, evitando atividades de terraplenagem dentro dos limites das unidades de conservação. No entanto, em função das características do relevo observado nas proximidades e no interior das áreas protegidas, muitas das vezes não é possível realizar ajustes geométricos visando substituir um percurso em corte e aterro por outro em túnel.

Foram também consideradas nesse critério as unidades de conservação em processo de criação ou previstas pelos governos municipais e do estado.

Sem prejuízo do exposto, interferências mínimas em áreas periféricas ou situações de inexistência de opções ao cruzamento de áreas protegidas não foram adotadas como critério de exclusão. Nesses casos considerou-se sempre a possibilidade de sobre-compensação da perda territorial das unidades potencialmente afetadas pelas diretrizes em estudo.

Aspectos do Meio Físico

Cruzamento de várzeas / planícies de inundação / canais de drenagem

As várzeas e planícies de inundação têm importante função tanto na autodepuração e conseqüentes efeitos sobre a qualidade das águas, quanto no amortecimento de picos de cheia. Constituem também ambiente essencial para diversas espécies da fauna.

A minimização das interferências com várzeas e cursos d'água constitui-se, portanto, em importante critério de seleção de traçado, favorecendo as alternativas com menor percurso dentro de planícies de inundação e os traçados que interceptam as planícies nos seus pontos mais estreitos e/ou segmentos menos amplos e desenvolvidos.

A interceptação de áreas com elevada densidade de drenagem potencializa os impactos sobre recursos hídricos e os riscos de assoreamento de talvegues e várzeas. Por isso, a quantidade de talvegues interceptados foi também utilizada como critério auxiliar de avaliação comparativa, favorecendo as alternativas de traçado com menor interferência nos mesmos.

Interferência com o relevo e intensidade das atividades de terraplenagem

Os estudos de engenharia desenvolvidos para todas as diretrizes permitiram que a avaliação das interferências no relevo e os conseqüentes riscos de erosão e assoreamento, se realizem com base em análise detalhada do perfil longitudinal das alternativas. Desta forma, o critério de avaliação adotado baseia-se tanto na inserção dos subtrechos das diretrizes nos tipos de relevo mapeados, constantes na Seção 5.3.1.1 (Análise de Terrenos na AID), como na intensidade da movimentação de terra necessária.

Para efeitos de padronização dos critérios de avaliação comparativa, foram consideradas como interferências de grande magnitude os cortes e aterros com altura superior a 20 metros.

Trechos com terraplenagem desbalanceada e elevada necessidade de áreas de apoio

Cada alternativa de traçado tem subtrechos que precisam ser intra-balanceados em termos de corte a aterro devido às restrições logísticas que condicionam a execução dos trabalhos de terraplenagem (racionalização de distâncias de transporte, necessidade de evitar o uso ou travessia de eixos viários transversais importantes, etc.). A falta de balanceamento nesses subtrechos implica em elevadas demandas por áreas de apoio (áreas de empréstimo e depósitos de material excedente ou bota-foras), com os impactos associados à utilização das mesmas, inclusive os associados ao transporte.

A demanda por áreas de empréstimos e bota-foras é, portanto, um importante fator de avaliação. No entanto, na avaliação das alternativas de traçado sob esse critério, considera-se também a disponibilidade (ou falta de) locais adequados idôneos para atender a essa demanda nas proximidades.

Dimensão das áreas fora da faixa sujeitas à movimentação de terra

Como critério síntese que facilita a avaliação comparativa entre alternativas no relativo às interferências no relevo natural, contemplou-se o cálculo da área sujeita a movimentação de terra (“pegada” ou “footprint” da obra) fora da faixa.

Para cálculo da área dos bota-foras ou empréstimos, adotou-se uma altura média de 8,0 metros em ambos casos, considerando-se os volumes totais necessários calculados pelas empresas projetistas para cada alternativa de traçado.

Apesar de ser um critério comparativo extremamente útil, não é utilizado isoladamente, mas sempre em conjunto com outros critérios. Alguns segmentos do traçado apresentam limitada disponibilidade de áreas para bota-fora ou empréstimo e o desbalanceamento da terraplenagem é particularmente grave nesses casos.

Trechos com necessidade de caminhos de serviço externos à faixa de domínio

Toda a região entre os dois pontos obrigatórios de passagem apresenta-se intensamente antropizada e mesmo nos subtrechos relativamente mais preservados, ocorre uma rede capilar de vias locais. Desta forma, a necessidade de construção de novos caminhos de serviço externos à faixa de domínio para acessar as frentes de obra é mínima, em trechos bastante restritos e somente para algumas alternativas de traçado. Não obstante, a eventual necessidade de construção de novos caminhos de serviço foi considerada como variável negativa.

A análise integrada desses vários fatores para o conjunto de alternativas e variantes de traçado estudas permitiu a identificação de um traçado viável nas duas macro-diretrizes (ao norte e ao sul da Serra da Cantareira) e a recomendação do traçado ao sul como mais o favorável em termos do balanço entre impactos e benefícios.

5ª etapa – Otimização da Diretriz Selecionada e Seleção final da Alternativa

Mediante a consideração simultânea dos critérios de formulação e seleção de diretrizes de traçado especificados na etapa anterior, a 5ª e última etapa dos estudos de alternativas de traçado objetivou otimizar o(s) traçado(s) selecionado(s), reduzindo a intensidade de interferências não completamente eliminadas ou evitadas nas fases anteriores dos estudos. Nessa etapa foram avaliadas demandas que emergiram das discussões conjuntas com as prefeituras dos municípios de São Paulo e Guarulhos.

3.3.2
1ª ETAPA - Alternativas Históricas de Traçado – Rodoanel e Trecho Norte

O intenso desenvolvimento experimentado pela Região Metropolitana de São Paulo já a partir da primeira metade do século XX, atraindo contingentes migratórios crescentes, provocou o adensamento e a expansão rápida e desordenada da mancha urbana, criando vetores de expansão cada vez mais afastados da área central. Posteriormente, a implantação de rodovias como a Presidente Dutra, Anchieta e Anhangüera, na década de 1940, consolidaram a estrutura espacial radio-concêntrica da metrópole.

Na mesma perspectiva, a expansão do nível de atividades econômicas, especialmente a industrial, além do fortalecimento do tráfego em direção ao Porto de Santos e ao eixo entre Curitiba e Rio de Janeiro, fizeram de São Paulo um centro de geração de cargas, deixando transparecer, ao mesmo tempo, um tráfego de passagem, em virtude até do seu próprio papel polarizador no contexto da economia nacional.

Nesse aspecto, à medida em que se deu o crescimento da importância econômica, não apenas na Região Metropolitana de São Paulo, mas também do interior do estado de São Paulo e da própria Região Sudeste, intensificou-se também as trocas de bens, serviços e de mercadorias, agravando sobremaneira o tráfego urbano local.

Tal processo vem justificando, desde a década de 1950, o conjunto diverso de estudos e projetos que sempre objetivaram romper a predominância radio-concêntrica do sistema viário da Região Metropolitana de São Paulo. O elemento norteador de alguns dos principais projetos é a implantação de anéis viários ou vias perimetrais expressas, algumas das quais parcialmente implantadas, a fim de possibilitar o desvio e desconcentração dos fluxos e do tráfego de passagem da Região Metropolitana.

O traçado geral das propostas apresentadas entre as décadas de 1950 e 1980 são esquematicamente representados na **Figura 3.2.2.a**, apresentada a seguir.

Já as propostas formuladas a partir do início da década de 1990 com o projeto Via de Interligação Rodoviária e posteriormente com o Rodoanel Metropolitano, foram concebidas como vias de alto padrão técnico, diferenciando-se das demais, concebidas como vias expressas e não como auto-estradas.

Nas sub-seções seguintes, em ordem cronológica, apresenta-se uma breve descrição dos principais projetos de vias perimetrais desenvolvidos para a Região Metropolitana de São Paulo.

3.3.2.1
Anéis Rodoviários do DER

A primeira proposta de ordenamento do sistema viário da cidade de São Paulo foi formulada na década de 1930 na gestão do Prefeito Prestes Maia. Denominado “Plano Avenidas”, o projeto propôs a implantação de um conjunto de vias que hoje correspondem basicamente às avenidas 23 de Maio, Prestes Maia, Tiradentes, 9 de Julho e às Avenidas Marginais dos Rios Pinheiros e Tietê.

As propostas seguintes surgiram somente no final da década de 1950, mais precisamente em 1958, quando no âmbito do Departamento de Estradas de Rodagem – DER foi proposta a implantação de duas vias de contorno, denominadas Pequeno e Grande Anéis.

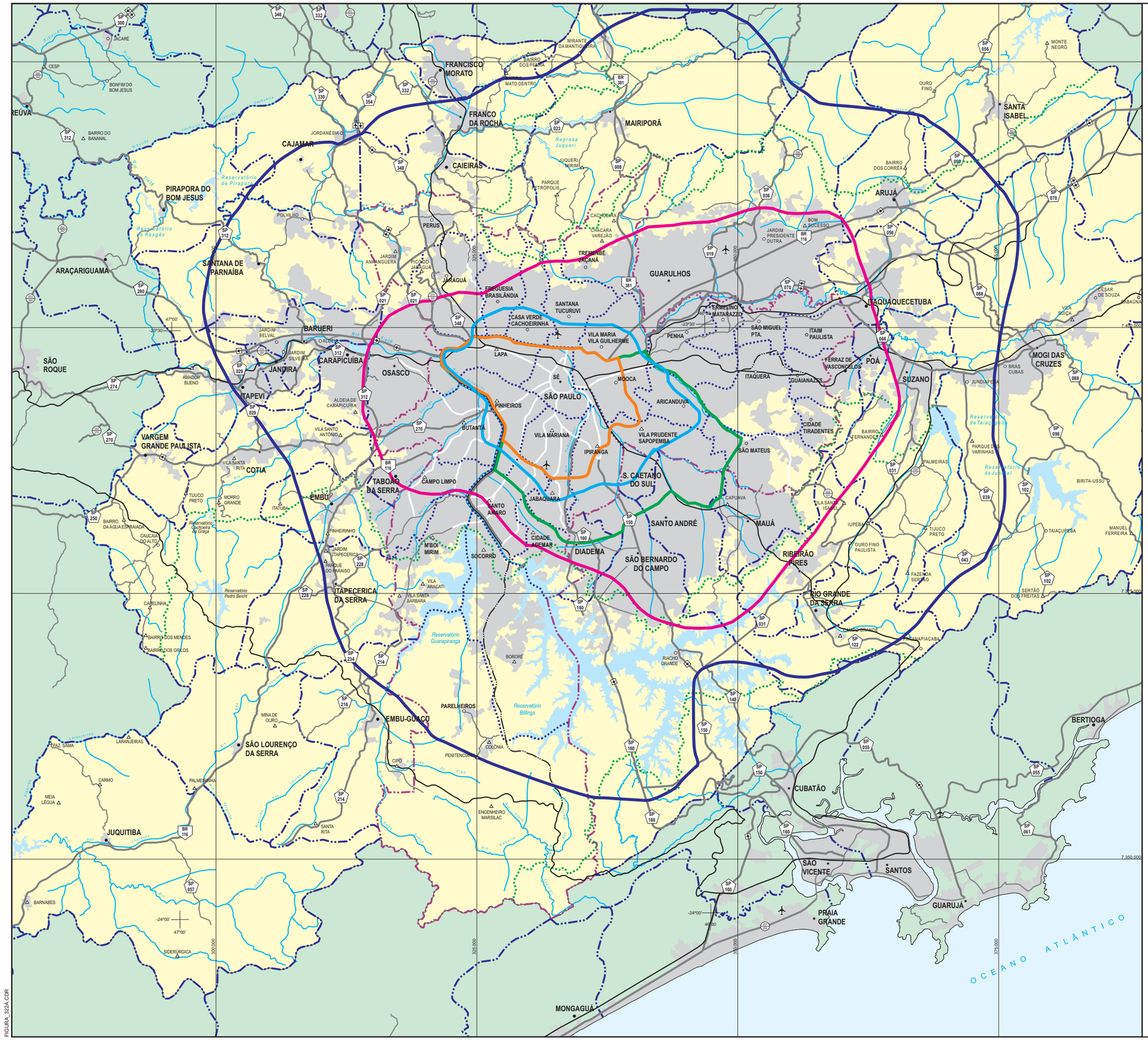
Para o Grande Anel foram determinadas apenas as diretrizes básicas do traçado, alcançando os municípios de Santana de Parnaíba, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Suzano, Ribeirão Pires, Embu-Guaçu e Itapevi, tendo um raio de cerca de 40 km a partir do centro e extensão total aproximada de 200 km. Esta alternativa nunca chegou a ser executada, devido aos grandes custos envolvidos.

O Pequeno Anel, com aproximadamente 100 km de extensão e características de via expressa, foi proposto de modo a circundar a área urbana da capital e interligar as rodovias que nela chegavam. Do traçado previsto, foram implantados, apenas, os trechos correspondentes à interligação com a Rodovia Presidente Castelo Branco e o correspondente às marginais do rio Pinheiros até a Avenida Morumbi. O restante do projeto não foi levado adiante, também por problemas de custos e de ocupação da faixa prevista.

3.3.2.2
Programa de Vias Expressas

Na década de setenta, iniciaram-se os estudos de vias expressas, estabelecidas a partir de estudos anteriores, como o Plano do Pequeno e Grande Anel Rodoviário do DER, o Plano Urbanístico Básico (PUB) e Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI), das décadas de sessenta e setenta, respectivamente.

As vias planejadas tinham configuração de rede com características expressas, dotadas de um canteiro central, com controle de acessos, interseções em níveis diferentes e fluxo contínuo.


FRANCISCO MORATO
FRANCO DA ROCHA
MAIRIPORÃ
CAJAMAR
CAIEIRAS
PIRAPORA DO BOM JESUS
SANTANA DE PARNAÍBA
ARAÇARIGUAMA
SÃO ROQUE
BARUERI
JANDIRA
CARAPICUÍBA
OSASCO
ITAPEVI
VARGEM GRANDE PAULISTA
COTIA
EMBU
TABOÃO DA SERRA
TAPECERICA DA SERRA
SÃO LOURENÇO DA SERRA
JUQUITIBA
EMBU-GUAÇU
PERUS
GUARULHOS
ARUJÁ
SANTA ISABEL
ITAQUAQUECETUBA
MOGI DAS CRUZES
SUZANO
POÁ
SÃO PAULO
SANTO ANDRÉ
SÃO BERNARDO DO CAMPO
DIADEMA
MAUÁ
RIBEIRÃO PIRES
RIO GRANDE DA SERRA
S. CAETANO DO SUL
CUBATÃO
SÃO VICENTE
SANTOS
GUARUJÁ
PRAIA GRANDE
MONGAGUÁ
BERTIOGA
OCEANO ATLÂNTICO
Reservatório Pedro Beicht
Reservatório Guarapiranga
Reservatório Billings
Reservatório Taiaçupeba
Reservatório Jundiaí
Represa Juqueri
Reservatório de Pirapora
Reservatório do Rasgão
Rio Tietê
Rio Pinheiros
Rio Tamanduateí
Rio Aricanduva
Rio Cotia
Rio Embu-Guaçu
Rio Juqueri
Rio Cabuçu de Cima
Rio Baquirivu-Guaçu
Rio Guaió
Rio Itaim
Rio Jaguari
Rio Paraitinga
Rio Paraíba
Rio Jaguaribe
Rio Biritiba-Mirim
Rio Claro
Rio Grande
Rio Capivari
Rio Perequê
Rio Itapanhaú
Rio Itapanhaú-Mirim
Rio Itapanhaú-Guaçu
Rio Itapanhaú-Guaçu
Rio Itapanhaú-Mirim

Essa rede sobrepunha-se, no seu limite norte, ao Pequeno Anel Rodoviário, no trecho entre a Rodovia dos Bandeirantes e a Rodovia Fernão Dias, formando a Via Expressa Osasco-Cumbica. A leste limitava-se com São Miguel Paulista e Mauá, através da Via Expresa Mauá-Cumbica. Ao sul, desenvolvia-se por São Bernardo do Campo, Diadema e Santo Amaro, e margeava as Represas Billings e de Guarapiranga. A oeste aproveitava a diretriz do Grande Anel Rodoviário, interceptando Taboão da Serra e Osasco, formando a Via Expressa Osasco.

No total, somava 95 km de vias expressas em projeto e 90 km em construção, a serem implantados em um prazo de cinco anos.

3.3.2.3
Mini-Anel Viário

No final da década de 1970, abandonada a idéia de se completar o Pequeno Anel do DER, foram implementadas algumas ligações que visavam suprir essa deficiência, tais como: o prolongamento da Avenida Bandeirantes até a Rodovia dos Imigrantes (Avenida Afonso D'Escragnole Taunay); o Viaduto Ary Torres, ligando a Marginal Pinheiros à Avenida dos Bandeirantes; e a interligação da Via Dutra com a Avenida Tatuapé e Marginal do Tietê.

Posteriormente, em 1986, foi proposta a implantação de um Mini-Anel composto pelas marginais do Tietê e Pinheiros, avenidas dos Bandeirantes, Afonso D'Escragnole Taunay, Tancredo Neves, Juntas Provisórias, Luiz Ignácio de Anhaia Mello e Salim Farah Maluf, obra que foi concluída com a construção do túnel sob a Avenida do Cursino, interligando a Avenida Tancredo Neves com a Afonso D'Escragnole Taunay e Bandeirantes.

3.3.2.4
Anéis DERSA

Em julho de 1980, a DERSA propôs, para o estado de São Paulo, um plano denominado "Sistema Integrado de Transportes", cujos objetivos fundamentais consistiam em diminuir a excessiva concentração dos fluxos de mercadorias e de passageiros em torno da capital. Esse plano era composto por dois anéis, que foram denominados Macro Anel Rodoviário e Grande Anel Intermodal.

O Macro Anel Rodoviário foi posicionado a uma distância de cerca de 100 km da capital, atendendo as cidades de Campinas, Sorocaba, Piedade, Juquiá, Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá, Cubatão, Santos, São Sebastião, Caraguatatuba, Salesópolis, Jacareí, São José dos Campos e Bragança Paulista. Esse anel, com extensão de aproximadamente 750 km, aproveitava trechos de rodovias já existentes, e sua implantação foi iniciada com a duplicação das Rodovias Santos Dumont (SP-075) e Dom Pedro I (SP-065).

O Grande Anel Intermodal foi idealizado a uma distância média de 40 km da Capital, com a função de exercer um controle operacional e como elemento inibidor ao ingresso de veículos pesados na malha viária da metrópole paulista. A diretriz inicial deveria atravessar os municípios de:

- Caieiras, Franco da Rocha, Mairiporã, Guarulhos e Arujá, ao norte;
- Mogi das Cruzes e Suzano, a leste;
- Ribeirão Pires, São Bernardo do Campo e Embu-Guaçu, ao sul; e

- Itapecerica da Serra, Cotia, Itapevi e Barueri, a oeste.

Na sua concepção original, este anel aproveitava diversas rodovias existentes, e sua extensão total era de, aproximadamente, 285 km. Nenhuma etapa deste projeto foi implantada.

3.3.2.5
Anel Viário Metropolitano

Os estudos que deram origem ao projeto Anel Viário Metropolitano iniciaram-se em 1986, pela Emplasa/Metrô, na tentativa de propor um anel viário que substituísse o Pequeno Anel Rodoviário do DER. A fim de reduzir os custos, esse anel metropolitano foi planejado com características de via arterial (duas pistas e três faixas de rolamento por sentido), em lugar da via expressa prevista na década de 1960.

Seu traçado, com 50,6 km de extensão (da Marginal do Rio Pinheiros até as Rodovias Dutra e Fernão Dias), aproveitava as Marginais dos Rios Pinheiros e Tietê, e os trechos constituído por avenidas existentes como a Roque Petroni Júnior, diversas avenidas nos municípios de Diadema, São Bernardo do Campo, Santo André, Mauá e terminando pela Avenida Aricanduva. Foi proposto também o prolongamento da Avenida Aricanduva, ao norte do Tietê, até as Rodovias Dutra e Fernão Dias. A menos deste último segmento, esse empreendimento foi integralmente implantado.

3.3.2.6
Via Perimetral Metropolitana - VPM

Outra proposta que não chegou a ser implantada é o projeto da Via Perimetral Metropolitana (VPM), desenvolvido entre 1989 e 1990 pela CDHU - Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo.

A VPM foi concebida como uma solução alternativa para o tráfego de passagem, de média e longa distância, da Região Metropolitana de São Paulo, visando promover acentuado alívio das vias marginais dos rios Pinheiros e Tietê, que hoje são os principais meios de vazão desse tráfego.

Essa via possuía como diretriz básica um traçado de 160 km de extensão, que interceptava ao norte, a Rodovia dos Bandeirantes (km 19,1), o limite sul da Reserva Florestal da Cantareira e os municípios de Guarulhos e Arujá. A leste atravessava as cidades de Itaquaquecetuba, Suzano e Mauá. Na parte sul, a via seguia margeando as Represas de Guarapiranga e Billings. A oeste atravessava os municípios de Embu e Carapicuíba, dirigindo-se para o norte até alcançar a Rodovia dos Bandeirantes, fechando, assim, o traçado.

A VPM foi idealizada com características de via expressa segregada, possuindo duas pistas, três faixas de tráfego por sentido e acessos controlados reguladores de tráfego. Foi, inclusive, objeto de Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), concluído em outubro de 1990.

3.3.2.7
Via de Interligação Rodoviária – VIR

O projeto da Via de Interligação Rodoviária, desenvolvido pela DERSA na década de 1990.

Inicialmente foram formuladas três alternativas que tiveram suas diretrizes definidas nos limites da área urbanizada da Região Metropolitana de São Paulo, de modo a reduzir, ao mínimo possível, as interferências ambientais e com o tecido urbano, limitando ao estritamente necessário a remoção de pessoas e/ou a relocação de outros usos urbanos, e procurando, ao mesmo tempo, minimizar as interferências com áreas de interesse ambiental legisladas.

Inicialmente, foram lançados diversos alinhamentos a partir da análise de condicionantes físicas, dos elementos naturais e da própria evolução da mancha urbana, compondo três diretrizes básicas, denominadas Externa, Intermediária e Interna. A faixa de estudo foi dividida em quatro setores:

- Trecho Norte, entre as Rodovias dos Bandeirantes e Dutra;
- Trecho Leste, da Rodovia Dutra à linha Santos-Jundiaí da antiga Rede Ferroviária Federal S.A.- RFFSA;
- Trecho Sul, entre os trilhos da antiga RFFSA, em Ribeirão Pires à Rodovia Régis Bittencourt; e
- Trecho Oeste, da Rodovia Régis Bittencourt até a Rodovia dos Bandeirantes.

As Alternativas Interna, Intermediária e Externa são resumidamente descritas a seguir:

Alternativa Externa

Trata-se da alternativa mais afastada do centro de São Paulo, no limite externo da faixa de viabilidade econômica preliminarmente considerada para inserção do Rodoanel. Situada em zona predominantemente rural, apresentava uma extensão aproximada de 215 km, caracterizando-se pela menor dificuldade de implantação, porém com pouca atratividade de tráfego.

Os pontos de passagem eram: ao norte do reservatório Paiva Castro e de Mairiporã, nas proximidades do reservatório Taiaçupeba a leste, cruzamento em quatro pontos dos braços da Billings, contornando o reservatório de Guarapiranga e os núcleos urbanos de Itapecerica da Serra, Embu ao sul e chegando a Santana do Parnaíba, nas proximidades da represa de Pirapora a oeste.

Alternativa Intermediária

Esta alternativa procurava conciliar as vantagens de uma via mais externa, de implantação menos problemática, com as de uma próxima ao centro, com menor extensão e maiores volumes de tráfego. Nesse sentido, seu traçado desenvolvia-se na zona de transição entre a mancha urbana da RMSP e as zonas rurais adjacentes, possuindo uma extensão de 181 km.

Tinha como pontos de passagem: sul da Serra da Cantareira, limite de municípios de São Paulo e Itaquaquecetuba, margem esquerda do rio Guaió, sul do ABCD, corpo principal e um braço da represa Billings, represa Guarapiranga, vale do Rio Cotia, ponte sobre o Rio Tietê na Rodovia Castelo Branco e Condomínio Alphaville.

Alternativa Interna

Correspondia, basicamente, à mesma diretriz lançada para a Via Perimetral Metropolitana - VPM, estudada pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano - CDHU. Com extensão aproximada de 160 km, era a mais próxima do centro de São Paulo e cruzava áreas densamente urbanizadas.

Desenvolvia-se ao sul da serra da Cantareira, atravessando em túnel sob o Horto Florestal, percorrendo o limite dos municípios São Paulo e Itaquaquecetuba, ao longo do Rio Guaió, evitando as áreas dos reservatórios da Billings e Guarapiranga, contornando-os ao norte, e acompanhando o vale do córrego Carapicuíba a oeste.

Com o intuito de selecionar a alternativa de traçado ambientalmente mais viável para cada um dos quatro setores em que a VIR foi compartimentada, o estudo de 1991 desenvolveu uma análise preliminar dos efeitos ambientais e análise de riscos. O estudo concluiu que a alternativa Intermediária era a mais conveniente para os trechos Norte, Leste e Sul, e a alternativa Interna para o trecho Oeste.

3.3.2.8
Rodoanel

Com base nas propostas de traçado formuladas no âmbito do projeto Via de Interligação Rodoviária, a DERSA iniciou a partir de 1992 uma nova fase nos estudos de traçado. Sob a denominação RODOANEL, foram contratados pela DERSA estudos mais aprofundados que contemplassem a formulação de novas alternativas e variantes de traçado nos quatro segmentos principais da Via de Interligação Rodoviária (Trechos Norte, Sul, Leste e Oeste).

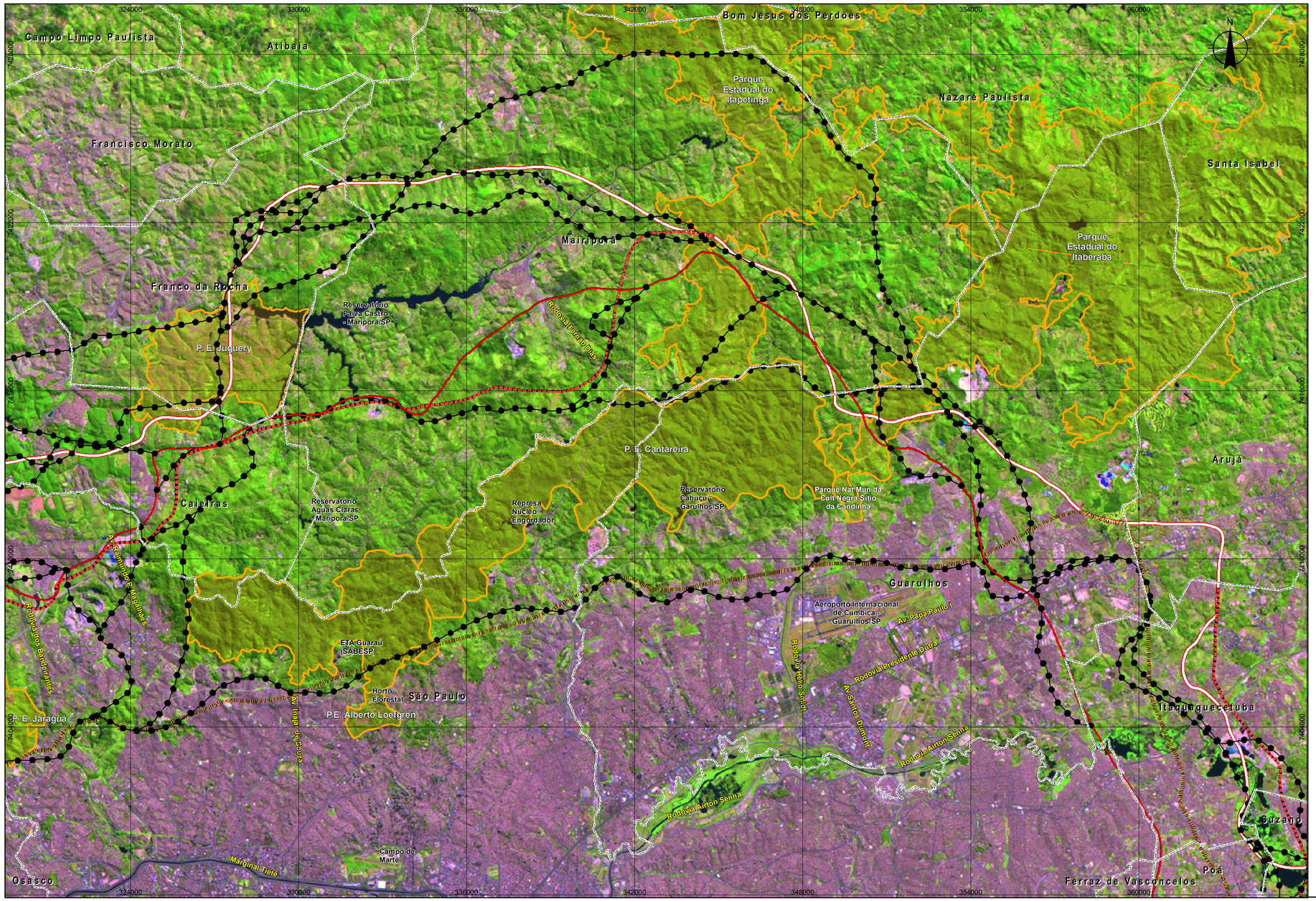
Apresenta-se, a seguir, uma descrição geral dos estudos de diretrizes de traçado formuladas para o Trecho Norte do Rodoanel:

Estudos de Alternativas de Traçado – 1992

Os estudos desenvolvidos pela DERSA em 1992 mantiveram as diretrizes macro-locacionais formuladas em 1991 no âmbito da Via de Interligação Rodoviária (VIR), com a análise das macro-diretrizes Interna, Intermediária e Externa.

Foram identificadas numerosas variantes de traçado, algumas das quais possibilitando a articulação entre segmentos das três alternativas básicas, propostas em 1991, enquanto outras apresentaram significativo distanciamento das diretrizes de traçado anteriores.

A **Figura 3.3.2.8.a** representa as alternativas e variantes estudadas entre as Rodovias Presidente Dutra e Bandeirantes.



LEGENDA

- Alternativa 1992
- Variantes 1992
- Alternativa Externa
- Alternativa Intermediária
- Alternativa Interna
- Divisa de Municípios
- Unidades de Conservação de Proteção Integral

LOCALIZAÇÃO NA FOLHA

Figura 3.3.2.8.a:

ALTERNATIVAS DE TRAÇADO (1992)

CONSÓRCIO: JGP PRIME Engenharia

CLIENTE: Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A. — RODOANEL MARIO COVAS TRECHO NORTE

PROJETO:

EIA/RIMA - TRECHO NORTE DO RODOANEL MARIO COVAS

Nº Des. JGP: Alternativas de Traçado.mxd

DATA: 22/08/10

RESPONSÁVEL 1:

1:100.000

0 0,5 1 2 3 4 5 Km

Projeção: Universal Transverse de Mercator - Fuso 23S
Datum: Córrego Alegre

FONTE: DERSA, 1992
BASE: Imagem do Satélite LANDSAT5, sensor TM, Órbita 219-076. Imageamento realizado dia 04-05-2010. Imagem obtida do Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE no site www.inpe.br. Acesso dia 25-08-2010.

A alternativa Interna apresentava desenvolvimento ao sul do Parque Estadual da Serra da Cantareira, contornando em linhas gerais o limite norte da mancha de urbanização contínua da metrópole. A interligação com o Trecho Oeste e com a Rodovia dos Bandeirantes foi prevista em ponto situado imediatamente ao sul do Parque Estadual do Jaraguá. O outro extremo, na junção com o Trecho Leste e com a Rodovia Dutra foi previsto na divisa entre dos municípios de Guarulhos e Arujá.

A alternativa Intermediária, posicionada mais distante do centro metropolitano se comparada ao traçado Interno, contemplava desenvolvimento ao norte do Parque Estadual da Cantareira, sem interferências diretas com os limites desta unidade de conservação. No entanto, na interseção com a Rodovia dos Bandeirantes e na junção com o Trecho Oeste, previa a travessia do Parque Anhanguera. O traçado se desenvolvia ao sul do bairro de Perus, com tangenciamento da área urbana de Caieiras. Na seqüência se aproximava do limite sul do Parque Estadual Juquery e do reservatório Paiva Castro, que integra o Sistema Cantareira de produção de água, além de tangenciar a área urbana de Mairiporã, na interseção com a Rodovia Fernão Dias. No território municipal de Mairiporã o desenvolvimento do traçado da Alternativa Intermediária ocorre sobre a Área de Proteção Ambiental Sistema Cantareira.

Por fim, a Alternativa Externa dos estudos de 1992, posicionada mais ao norte em relação às demais, a partir da interseção com a Rodovia dos Bandeirantes, se desenvolvia ao norte da área urbana de Caieiras, interceptando o Parque Estadual do Juquery na seqüência. Após a travessia desta unidade de conservação, o desenvolvimento do traçado se dava a oeste e ao norte do reservatório Paiva Castro e da área urbana de Mairiporã, alcançando a interseção com a Rodovia Presidente Dutra no município de Arujá. Nesse último trecho, entre Mairiporã e Arujá, o eixo desta macro-diretriz se sobrepõe ao eixo da chamada Alternativa Intermediária.

Ainda em 1992 foi desenvolvido um estudo específico de variantes de traçado. Embora tenha contemplado a identificação de numerosas variantes que possibilitavam diversas combinações entre as alternativas identificadas na fase anterior, os estudos não resultaram em modificações locacionais importantes. No Trecho Norte foram estudadas principalmente possíveis variantes que interligavam as Alternativas Intermediária e Externa.

Os estudos recomendaram para o Trecho Norte a seleção de traçado composto pelas Alternativas Intermediária e Externa (Figura 3.3.2.8.a). Embora com impactos mais significativos sobre a cobertura vegetal, a combinação destas alternativas resultava, segundo o estudo, em interferências menos significativas com áreas de ocupação adensada.

Nos demais Trechos do Rodoanel o estudo recomendou a seleção de traçados compostos formados pelas Alternativas Interna e Intermediária no Trecho Oeste, da Alternativa Intermediária e Externa no Trecho Sul e da Intermediária e Interna no Trecho Leste.

Estudos de Traçado – 1995 - 1999

Mantendo a divisão por trechos estabelecida anteriormente, entre 1995 e 1999 a DERSA desenvolveu uma nova fase dos estudos de traçado do Rodoanel.

No Trecho Norte foram efetuados estudos complementares da Alternativa Intermediária. Porém, foram retomados também as análises da Alternativa Interna, que em 1992 havia sido descartada por interferências com áreas de ocupação urbana consolidada na zona norte do município de São Paulo. A Alternativa Externa foi novamente descartada em função da sua maior extensão em relação às demais alternativas, além de interferir diretamente com o Parque Estadual do Juquery.

Os estudos da Alternativa Interna contemplaram modificações relativamente localizadas no traçado preferencial objetivando reduzir eventuais impactos sobre o Parque Estadual da Cantareira. Nesse propósito, os estudos contemplaram a minimização de sobreposições com áreas urbanizas e a travessia de trechos do Parque Estadual através de três túneis. Foi ainda incorporada uma interseção com a Avenida Inajar de Souza e um acesso ao Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos.

Estudos específicos foram ainda contratados pela DERSA entre 1994 e 1995 para o subtrecho compreendido entre as rodovias Castelo Branco e Bandeirantes e em 1997 para a avaliação tecnológica de travessia da Serra da Cantareira através de túneis longos (IPT, 1997). Também em 1997, através de Estudo de Impacto Ambiental foi efetuada a seleção final do traçado do Trecho Oeste, que na prática definiu os pontos de ligação deste trecho com os trechos Sul na Rodovia Régis Bittencourt e Norte na Estrada Velha de Campinas (Av. Raimundo Pereira de Magalhães).

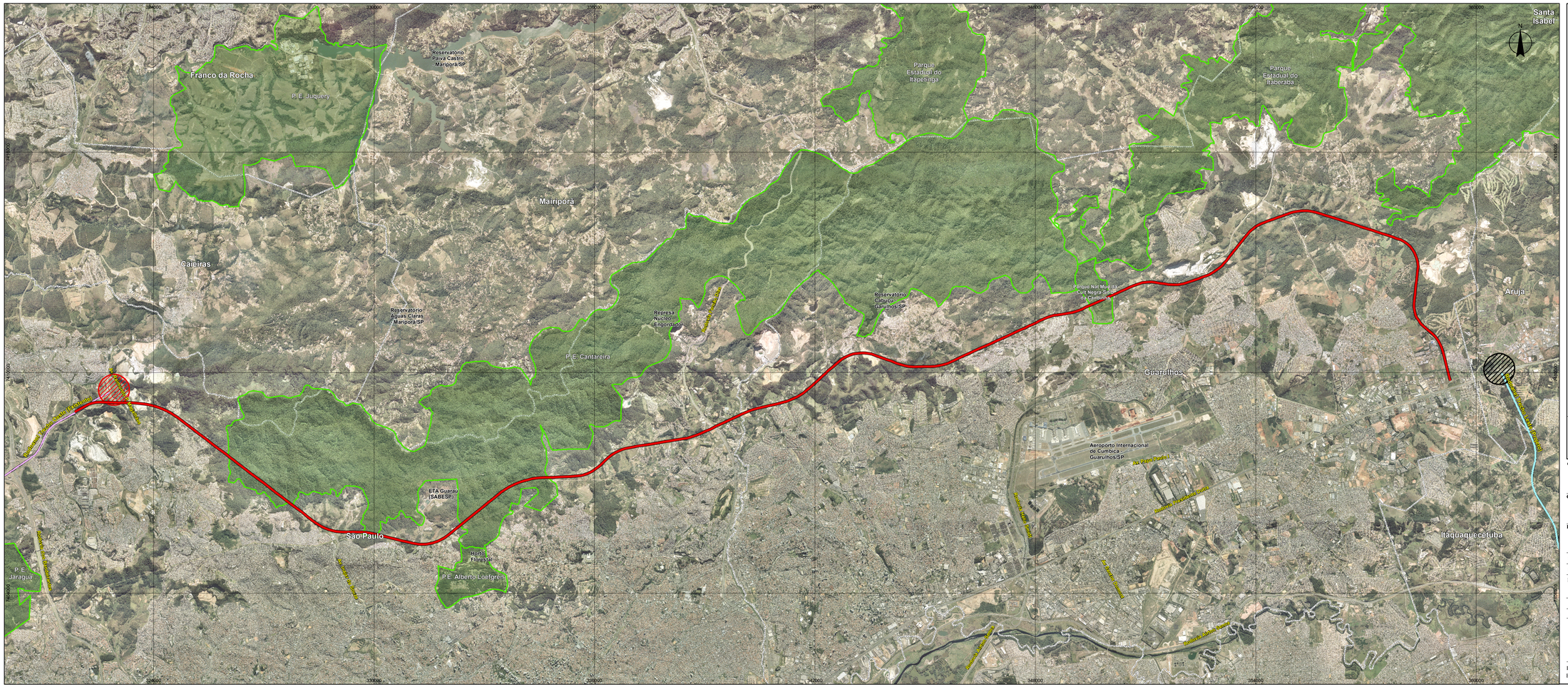
Conforme Desenhos DERSA 15.00.003-F10/001 a 008 de 1999, os estudos recomendaram a seleção da Alternativa Intermediária para o Trecho Norte.

No entanto, outros estudos conduzidos pela DERSA voltaram a analisar a viabilidade da Alternativa Interna, porém sem túneis longos, como avaliado nos estudos de 1997, de responsabilidade do IPT. Embora tenha apontado a viabilidade tecnológica da opção por travessia da Serra da Cantareira por extensos túneis, o estudo do IPT ressaltou também desvantagens associadas ao grande volume de material excedente, necessidade implantação de sistema complexo de ventilação com *shafts*, além de riscos de acidentes na fase de operação.

Nesse cenário, ainda em 1999, foi realizado estudo de traçado específico para a Alternativa Interna (DERSA/PLANSERVI - 1999), o qual resultou na proposição de traçado em nível com trechos em túnel sob o Parque Estadual da Cantareira, além de interseção com a Avenida Inajar de Souza (zona norte da cidade de São Paulo) e acesso ao Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos (**Figura 3.2.2.8.b**).

Estudo de Diretrizes para o Projeto Funcional do Rodoanel (EMPLASA, 2000)

A partir de solicitação da DERSA, a Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo (Emplasa) elaborou estudo finalizado em 2000, com base na discussão das alternativas e diretrizes básicas do projeto, reunindo órgãos e



LEGENDA

- Traçado 1999
- Rodoanel Trecho Leste (Projeto)
- Rodoanel Trecho Oeste (Existente)
- Limite dos Municípios
- Unidades de Conservação de Proteção Integral
- Pronto de passagem obrigatória - ligação com o Trecho Leste do Rodoanel (Projeto)
- Pronto de passagem obrigatória - ligação com o Trecho Oeste do Rodoanel (Existente)

LOCALIZAÇÃO NA FOLHA

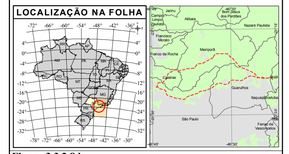


Figura 3.3.2.8.b:

TRAÇADO RECOMENDADO (1999)

CONSÓRCIO: JCP / PRIME Engenharia

CLIENTE: Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A. — RODOANEL MÁRIO COVAS TRECHO NORTE

PROJETO:

EIA/RIMA - TRECHO NORTE DO RODOANEL MARIO COVAS

Nº Des. JGP: Traçado 1999.mxd

DATA: 22/08/10

RESPONSÁVEL 1:

1:50.000

0 0,25 0,5 1 1,5 2 2,5 Km

Projeção: Universal Transverse de Mercator - Fuso 23S
Datum: Córrego Alegre

FONTE: DERSA, 1999

BASE: Base Aerofotogrametria S.A. - Maio a Outubro de 2007. Escala 1:30.000.

instituições federais, estaduais e as prefeituras dos municípios afetados ou beneficiados pela implantação dos Trechos Norte, Leste e Sul do empreendimento.

Também neste estudo vislumbrou-se avaliar alternativas de traçado em uma faixa entre 20 a 40 km de distância do centro metropolitano. Em um primeiro momento foram avaliadas macro-alternativas e descartadas aquelas que se mostravam claramente desfavoráveis em comparação com as demais.

Especificamente em relação ao Trecho Norte foram cotejadas as alternativas externa, intermediária e interna, sendo recomendada esta última, situada ao sopé da Serra da Cantareira, apontada como a de "menor agressão à vegetação e da ausência de indução à ocupação urbana.

Em seguida, a macro-diretriz selecionada foi analisada em detalhes, enfocando especialmente os aspectos de inserção urbana e articulação com o sistema viário de interesse metropolitano. O estudo foi concluído com uma rodada de discussões com as prefeituras dos municípios afetados, onde se recebeu sugestões para ajustes de traçado.

EIA/RIMA dos Trechos Norte, Leste e Sul (DERSA/PROTRAN, 2002)

Outra fase do processo histórico de discussão de alternativas de traçado do Rodoanel foi iniciada com a elaboração do EIA/RIMA dos Trechos Norte, Leste e Sul, apresentado à Secretaria de Estado do Meio Ambiente em abril de 2002.

Em relação ao Trecho Norte, os seguintes aspectos e resultados do estudo de alternativas podem ser ressaltados:

A análise macro-locacional de alternativas de traçado foi feita a partir da avaliação de traçados condizentes com as Alternativas Interna, Intermediária e Externa, propostas pela DERSA em 1991, detalhadas em 1992 e novamente estudadas na segunda metade da década de 1990.

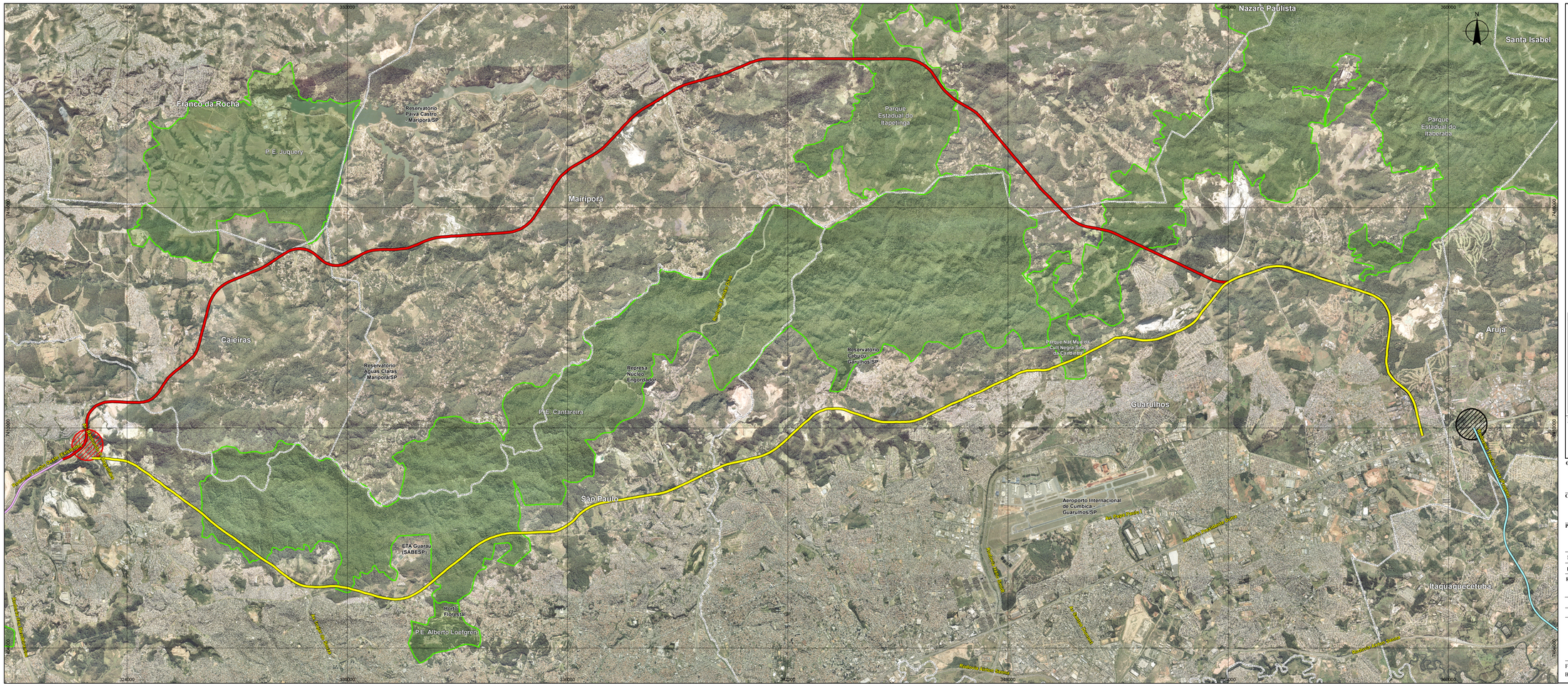
A análise efetuada no âmbito do EIA dos Trechos Norte, Leste e Sul descartou a opção Externa de passagem do Trecho Norte do Rodoanel, focando a análise comparativa entre traçados situados no contexto das Alternativas Intermediária e Interna, que passaram a receber a denominação Norte e Sul, respectivamente.

A comparação entre as Alternativas Norte e Sul resultou na seleção da Alternativa Norte para o Trecho Norte. Essa alternativa chegou a ser colocada à discussão pública, tendo recebido oposição de segmentos ligados ao planejamento metropolitano, à preservação ambiental e de moradores da região.

Os traçados de referência utilizados no EIA (DERSA/PROTRAN, 2002) são representados na **Figura 3.2.2.8.c**.

Avaliação Ambiental Estratégica do Programa Rodoanel (DERSA; FESPSP, 2004a)

Avaliação Ambiental Estratégica do Programa Rodoanel, dentre outras análises em nível de abrangência metropolitana, estudou a inserção urbano e ambiental dos



LEGENDA

- Alternativa Intermediária (Selecionada)
- Alternativa Interna
- Rodoanel Trecho Leste (Projeto)
- Rodoanel Trecho Oeste (Existente)
- Limite dos Municípios
- Unidades de Conservação de Proteção Integral
- Pronto de passagem obrigatória - ligação com o Trecho Leste do Rodoanel (Projeto)
- Pronto de passagem obrigatória - ligação com o Trecho Oeste do Rodoanel (Existente)

LOCALIZAÇÃO NA FOLHA

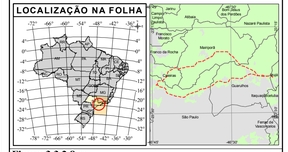


Figura 3.3.2.8.c:

TRAÇADOS ALTERNATIVOS (DERSA/PROTRAN, 2002)

CONSÓRCIO: JCP PRIME Engenharia

CLIENTE: Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A. — RODOANEL MÁRIO COVAS TRECHO NORTE

PROJETO:

EIA/RIMA - TRECHO NORTE DO RODOANEL MARIO COVAS

Nº Des. JGP: Traçado Protran.mxd

DATA: 22/08/10

RESPONSÁVEL 1:

1:50.000

0 0,25 0,5 1 1,5 2 2,5 Km

Projeção: Universal Transverse de Mercator - Fuso 23S
Datum: Córrego Alegre

FONTE: DERSA/ PROTRAN, 2002

BASE: Base Aerofotogrametria S.A. - Maio a Outubro de 2007. Escala 1:30.000.

trechos operacionais do empreendimento, resultado na proposição de um conjunto de diretrizes para o traçado.

Para o Trecho Norte, a AAE em seu Capítulo 7, apresenta algumas recomendações específicas, relacionadas à presença de três fatores básicos: (i) existência do Sistema Produtor Cantareira e presença do Reservatório Paiva Castro, ao norte da Serra da Cantareira; (ii) existência de Unidade de Conservação (Parque Estadual da Cantareira) e área-núcleo da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo, com rica biodiversidade a ser preservada; e (iii) densa ocupação urbana em bairros consolidados da zona Norte do Município de São Paulo, ao sul da Serra da Cantareira.

Foram individualizadas duas macro-diretrizes possíveis de traçado no entorno da Serra da Cantareira: uma ao norte e outra ao sul do sistema serrano, esta admitindo variantes em túnel e em superfície em subtrechos. Tais opções foram denominadas N1 (traçado ao sul do Parque Estadual com trecho em túnel sob o extremo oeste do parque), N2 (traçado ao sul do Parque com passagem em nível, porém fora dos limites da unidade de conservação) e N3 (traçado ao norte do parque). Foram consideradas ainda duas opções de interligação com o Trecho Leste do Rodoanel na Rodovia Presidente Dutra. Todas as diretrizes de traçado do Trecho Norte recomendadas para estudo pela Avaliação Ambiental Estratégica do Programa Rodoanel são representadas na **Figura 3.2.2.8.d**.

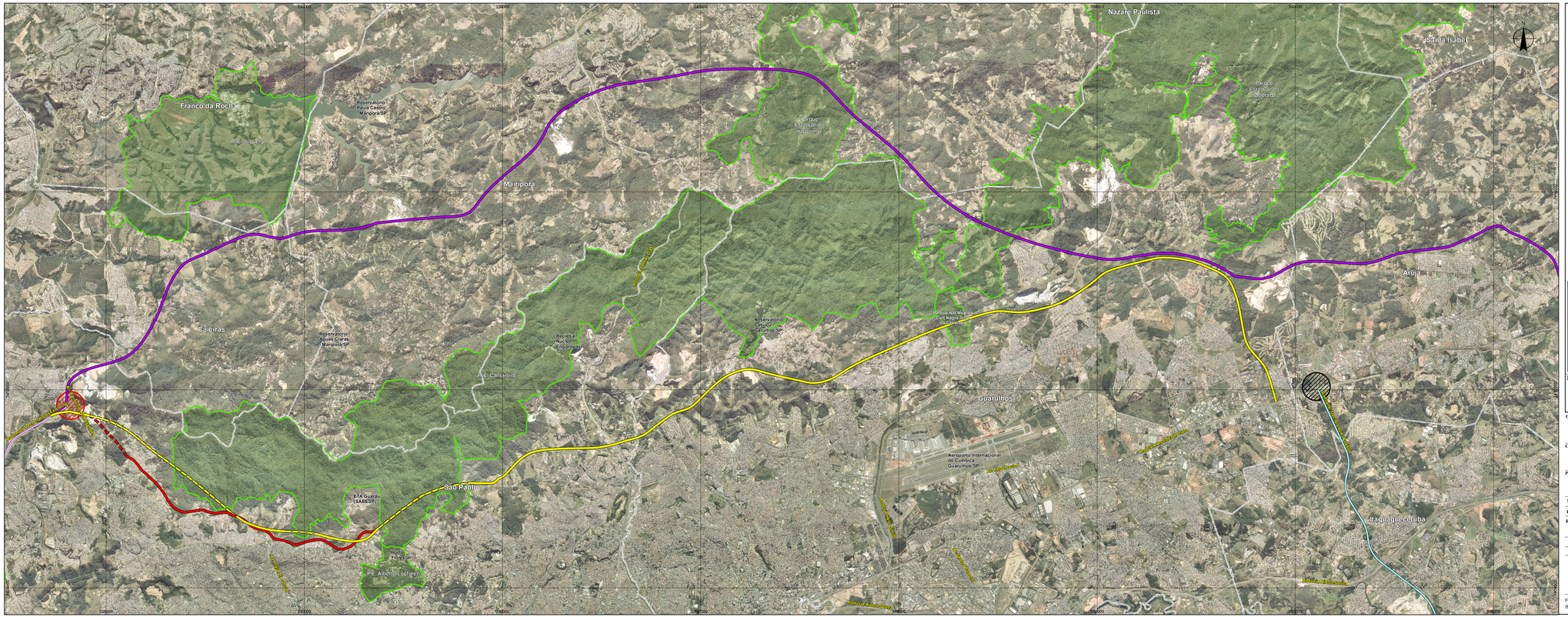
As seguintes diretrizes foram recomendadas para cada subtrecho e opções de traçado:

Subtrecho Dutra-Fernão Dias até Raimundo Pereira de Magalhães (ao norte do PE da Cantareira)

Esse subtrecho de diretriz ao norte da Cantareira, que consiste na Alternativa Intermediária e selecionada no EIA/RIMA de 2002, atravessa os municípios de Guarulhos e Mairiporã, em trechos de ocupação mais rarefeita a medida em que avança para as encostas da Serra da Cantareira, e mais densa nas extremidades (proximidades da Rod. Fernão Dias e Guarulhos-Nazaré). Após a Fernão Dias, adentra e atravessa a bacia do rio Juqueri, em trechos muito próximos ao reservatório Paiva Castro / Sistema Produtor Cantareira, em ocupação predominante por condomínios, chácaras e propriedades rurais em sua maior parte. A urbanização vai adensando consideravelmente nas proximidades de Caieiras, encontrando a partir daí o eixo da Av. Raimundo Pereira de Magalhães, na finalização do Trecho Oeste, no município de São Paulo. Deve ser avaliado neste trecho o acesso direto ao Aeroporto Internacional de Guarulhos.

Trecho Dutra-Fernão Dias (ao sul do PE da Cantareira)

Esse subtrecho apresenta alta densidade de ocupação antrópica, de bairros antigos e consolidados de São Paulo e Guarulhos, e bairros em rápido crescimento na periferia deste último. Nessa alternativa, o Rodoanel ocuparia terrenos ao sopé da Serra da Cantareira, podendo ser utilizado como linha limítrofe entre o urbano consolidado denso e a área florestada do Parque, até chegar à Rodovia Fernão Dias, o que seria altamente desejável em termos de inibição à ocupação, que nesse setor nordeste apresenta uma das mais elevadas taxas de crescimento da metrópole. Esse subtrecho


Nazare Paulista
Santa Isabel
Franco da Rocha
Mairiporã
Caieiras
Arujá
Guarulhos
São Paulo
Itaquaquecetuba
Aeroporto Internacional de Cumbica - Guarulhos SP
Rodoanel Mario Covas
Rodovia Fernão Dias
Rodovia Presidente Dutra
Rodovia Ayrton Senna
Rodovia Hélio Smidt
Rodovia Governador Carvalho Pinto
Rodovia Dom Pedro I
Rodovia Bandeirantes
Rodovia Anhanguera
Rodovia Presidente Castello Branco
Rodovia Fernão Dias

constitui o segmento mais problemático em termos de travessia de áreas urbanizadas de todo o Trecho Norte. Deve ser avaliado neste trecho o acesso direto ao Aeroporto Internacional de Guarulhos.
Subtrecho Fernão Dias-Raimundo Pereira Magalhães (ao sul do PE da Cantareira)

Esse subtrecho é o que deverá apresentar maior carregamento, cumprindo função de alternativa ao tráfego de passagem da, já hoje, saturada Marginal Tietê. Nesse subtrecho, há duas possibilidades para travessia ao sul da Serra da Cantareira, ambas totalmente dentro do Município de São Paulo, conforme ilustrado na Figura 3.2.2.8.d.

- N1 - Alternativa original da DERSA, em túneis: consiste em evitar interferências diretas ao Parque Estadual da Cantareira, minimizando desmatamentos e interferência legal. Minimiza, também, as interferências com a ocupação urbana. Dessa forma, é a alternativa que melhor preserva a vegetação da Cantareira, a unidade de conservação e o tecido urbano denso.

- N2 - Alternativas em superfície com desenvolvimento com interligação da Av. Inajar de Souza.

3.3.3
2ª ETAPA - Identificação e Seleção de Macro-diretrizes de Traçado

A avaliação conjunta dos estudos históricos revela que a busca por soluções rodoviárias para o ordenamento do tráfego metropolitano datam de meados da década de 1950.

No contexto do Trecho Norte do Programa Rodoanel, os estudos de traçado desenvolvidos a partir de 1992 consideraram três macro-diretrizes de traçado, denominadas Alternativas Externa, Intermediária e Interna em função do distanciamento em relação ao centro metropolitano. Em todos os casos, as recomendações de seleção de traçado se concentraram na escolha das Alternativas Intermediária (ao norte do Parque Estadual da Cantareira) ou Interna (ao sul do Parque Estadual da Cantareira), não havendo nenhuma recomendação por escolha da Alternativa Externa.

Dentre estas duas opções, o traçado Intermediário foi selecionado e detalhado em projeto que integrou o Estudo de Impacto Ambiental dos Trechos Norte, Leste e Sul do Rodoanel Mario Covas, submetido à análise da Secretaria de Estado do Meio Ambiente em 2002.

Posteriormente, a Avaliação Ambiental Estratégica do Programa Rodoanel (DERSA; FESPSP, 2004), fez a indicação de um conjunto de duas macro-diretrizes principais de traçado que se inserem também no contexto espacial das Alternativas Intermediária e Interna, ou seja, traçados ao norte e ao sul do Parque Estadual da Cantareira.

Além de não haver posição comum nos estudos historicamente realizados especificamente para o Trecho Norte do Rodoanel, a incorporação de novos critérios e variáveis ambientais no processo de seleção do traçado e a consideração de sugestões e projetos atuais dos poderes públicos municipais justificam novos estudos de traçado.

3.3.3.1
Identificação das Macro-diretrizes Alternativas de Traçado

A identificação de macro-diretrizes alternativas de traçado para o Trecho Norte do Rodoanel Mario Covas tem por base o levantamento das denominadas alternativas históricas de traçado, seguido pela verificação das possibilidades de combinação ou de compatibilização e ainda das semelhanças entre segmentos das alternativas históricas de traçado.

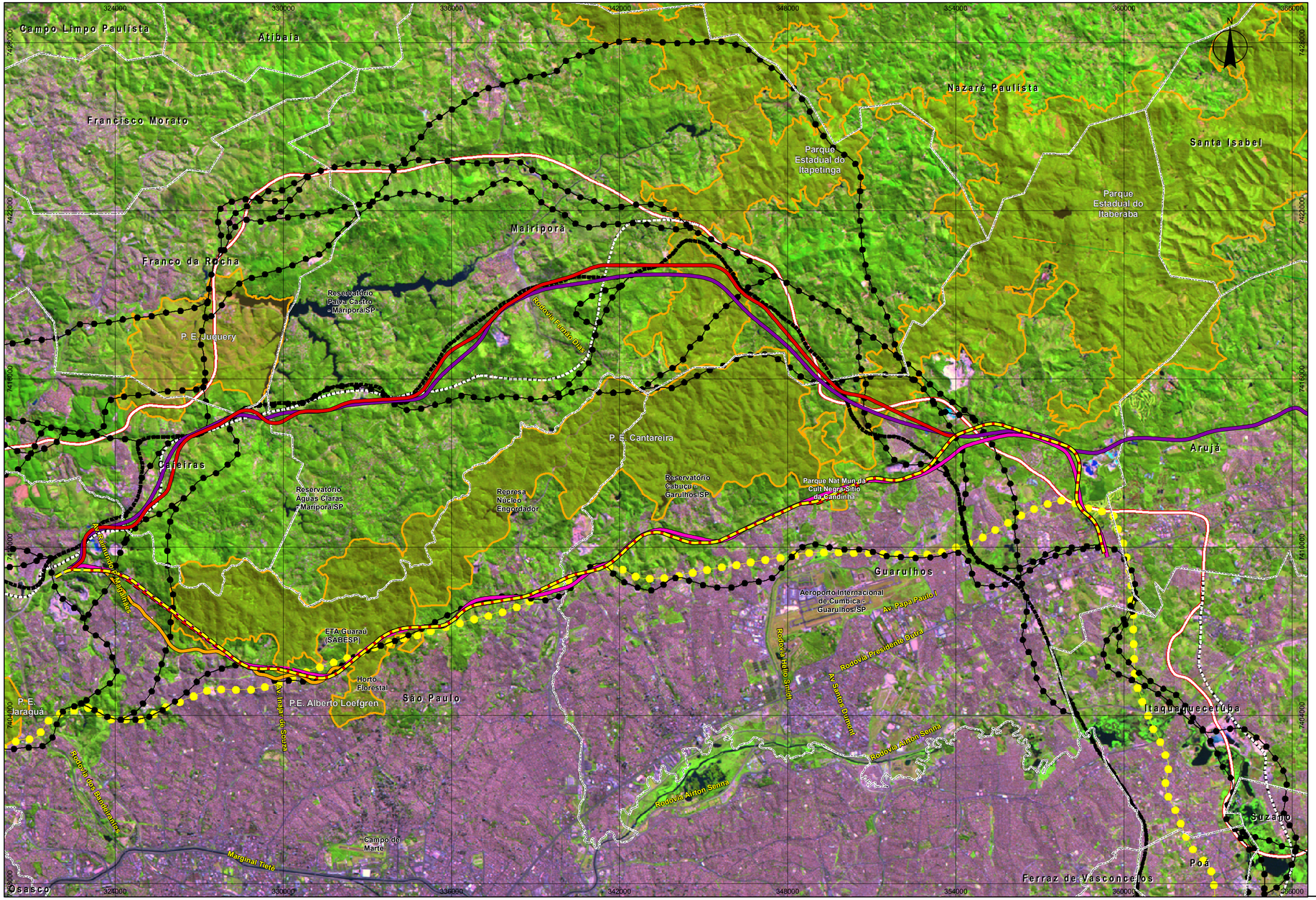
Nesse sentido, a **Figura 3.3.3.1.a** ilustra o conjunto de alternativas históricas e respectivas variantes de traçado inventariadas na Seção 3.3.2.8 do presente EIA. A **Tabela 3.3.3.1.a** relaciona as alternativas históricas de traçado e os respectivos estudos que as produziram.

Tabela 3.3.3.1.a
Alternativas Históricas de Traçado

Alternativas	Estudo
Alternativa Interna Alternativa Intermediária Alternativa Externa	DERSA - 1992
Estudo de Variantes de Traçado	DERSA – 1992
Alternativa Interna Alternativa Intermediária Alternativa Externa	DERSA - 1995 a 1999
Alternativa Recomenda (Interna)	DERSA/PLANSERVI – 1999
Traçado EMPLASA	EMPLASA – 2000
Alternativa Norte Alternativa Sul	DERSA/PROTRAN - 2002
Alternativas S1, S2, S3 e S4	FESPSP - 2004

A sobreposição ou o cruzamento entre as alternativas históricas de traçado, efetuado na Figura 3.3.3.1.a, evidencia a conformidade existente entre o traçado de algumas alternativas históricas com os traçados das alternativas Interna e Intermediária, que correspondem às alternativas básicas de traçado do Rodoanel e que subsidiaram os estudos a partir do início da década de 1990.

A **Tabela 3.3.3.1.b** consolida a associação entre os traçados historicamente propostos para o Trecho Norte do Rodoanel.



LEGENDA

- Traçado (DERSA,1999)
- Alternativa Intermediária (DERSA/PROTRAN,2002)
- Alternativa Interna (DERSA/PROTRAN,2002)
- Alternativa N1 (DERSA/FESP, 2004)
- Alternativa N2 (DERSA/FESP, 2004)
- Alternativa N3 (DERSA/FESP, 2004)
- Túneis N1 (DERSA/FESP, 2004)
- Túneis N2 (DERSA/FESP, 2004)
- Alternativa Selecionada (DERSA,1992)
- Variantes (DERSA,1992)
- Alternativa Externa (DERSA,1992)
- Alternativa Intermediária (DERSA,1992)
- Alternativa Interna (DERSA,1992)
- Divisa de Municípios
- Unidades de Conservação de Proteção Integral

Figura 3.3.3.1.a:

ALTERNATIVAS DE TRAÇADO ESTUDADAS (1992-2004)

CONSÓRCIO: JGP / PRIME Engenharia

CLIENTE: Dersa – Desenvolvimento Rodoviário S.A. / RODOANEL MARIO COVAS – TRECHO NORTE

PROJETO:

EIA/RIMA - TRECHO NORTE DO RODOANEL MARIO COVAS

Nº Des. JGP: Alternativas de Traçado 1992-2004.mxd

DATA: 22/08/10

RESPONSÁVEL 1:

1:100.000

0 0,5 1 2 3 4 5 Km

Projeção: Universal Transverse de Mercator - Fuso 23S
Datum: Córrego Alegre

FONTE: DERSA, 1992. DERSA, 1999. DERSA/PROTRAN, 2002. DERSA/FESP, 2004.
BASE: Imagem do Satélite LANDSAT5, sensor TM, Órbita 219-076. Imageamento realizado dia 04-05-2010. Imagem obtida do Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE no site www.inpe.br. Acesso dia 25-08-2010.

Tabela 3.3.3.1.b
Concordância entre as alternativas básicas e demais traçados históricos no Trecho Norte do Rodoanel

Traçados Básicos	Traçados Derivados
Alternativa Interna – DERSA - 1992	Alternativa DERSA/PLANSERVI - 1999 Alternativa Sul – PROTRAN – 2002 Alternativas N1 e N2 – DERSA/FESPSP – 2004
Alternativa Intermediária – DERSA – 1992	Alternativa Norte – PROTRAN – 2002 Alternativa EMPLASA - 2000 Alternativa N3 – DERSA/FESPSP – 2004
Alternativa Externa – DERSA - 1992	-

Observa-se inicialmente que os traçados derivados se associam tanto à Alternativa Interna como à Intermediária. Nenhum dos traçados derivados se assemelha ao eixo da Alternativa Externa de 1992, cujo desenvolvimento se dá ao norte da área urbana de Mairiporã e do reservatório Paiva Castro, sendo descartado em todos os estudos de traçado entre os anos 1990 e 2000.

A partir da sobreposição dos traçados foi efetuada a delimitação das macro-diretrizes, levando em consideração o atual padrão de uso e ocupação do solo e os critérios de exclusão estabelecidos na Seção 3.3.1 e novamente listados a seguir:

- Interferências ou sobreposição com unidades de conservação
- Interferências ou sobreposição com cobertura vegetal nativa
- Interferências ou sobreposição com áreas de ocupação urbana consolidada
- Interferências ou sobreposição com áreas de elevada fragilidade dos terrenos
- Interferências ou sobreposição com corpos d'água e sistema produtores de água
- Critério dimensional, implicando no descarte de alternativas 30% mais extensas que a alternativa de menor extensão para o mesmo trecho.

Esse procedimento metodológico resultou na definição de faixas de largura variável para cada macro-diretriz onde, em principio, é possível a implantação do Trecho Norte do Rodoanel. De fato, essas faixas se equivalem à *faixa de busca de alternativas* dentro de cada macro-diretriz.

É importante observar, que um dos critérios de exclusão acima listados, qual seja a interferência com áreas de ocupação urbana consolidada, teve que ser flexibilizado no processo de definição da faixa de largura variável de cada macro-diretriz, uma vez que a mancha urbana apresenta em determinados setores um padrão descontínuo, com ocorrência de núcleos relativamente isolados entre si.

A delimitação das Macro-diretrizes de traçado considerou ainda o estabelecimento inicial dos dois pontos obrigatórios de passagem do Trecho Norte, que correspondem à interligação com o Trecho Oeste e com a Avenida Raimundo Pereira de Magalhães (região do bairro de Perus – município de São Paulo) e com o Trecho Leste, no Km 204 da Rodovia Presidente Dutra, cujo dispositivo de interseção será implantado como parte das obras do Trecho Leste do Rodoanel. Desse modo, alguns segmentos de traçados antes possíveis foram descartados no procedimento de delimitação e identificação de Macro-diretrizes de traçado desenvolvido no presente EIA.

Através do cruzamento entre os traçados históricos do Trecho Norte, todos representados na Figura 3.3.3.1.a, foi possível a verificação, por justaposição, das particularidades e das semelhanças existentes entre todas as alternativas de traçado estudadas no âmbito do Trecho Norte do Rodoanel. Como representado na Figura 3.3.3.1.a os traçados historicamente estudados para o projeto Rodoanel se agrupam espacialmente em três conjuntos de alternativas, sendo um ao sul do Parque Estadual da Cantareira, um segundo ao norte deste parque estadual e um terceiro ainda mais ao norte e mais distante do centro metropolitano.

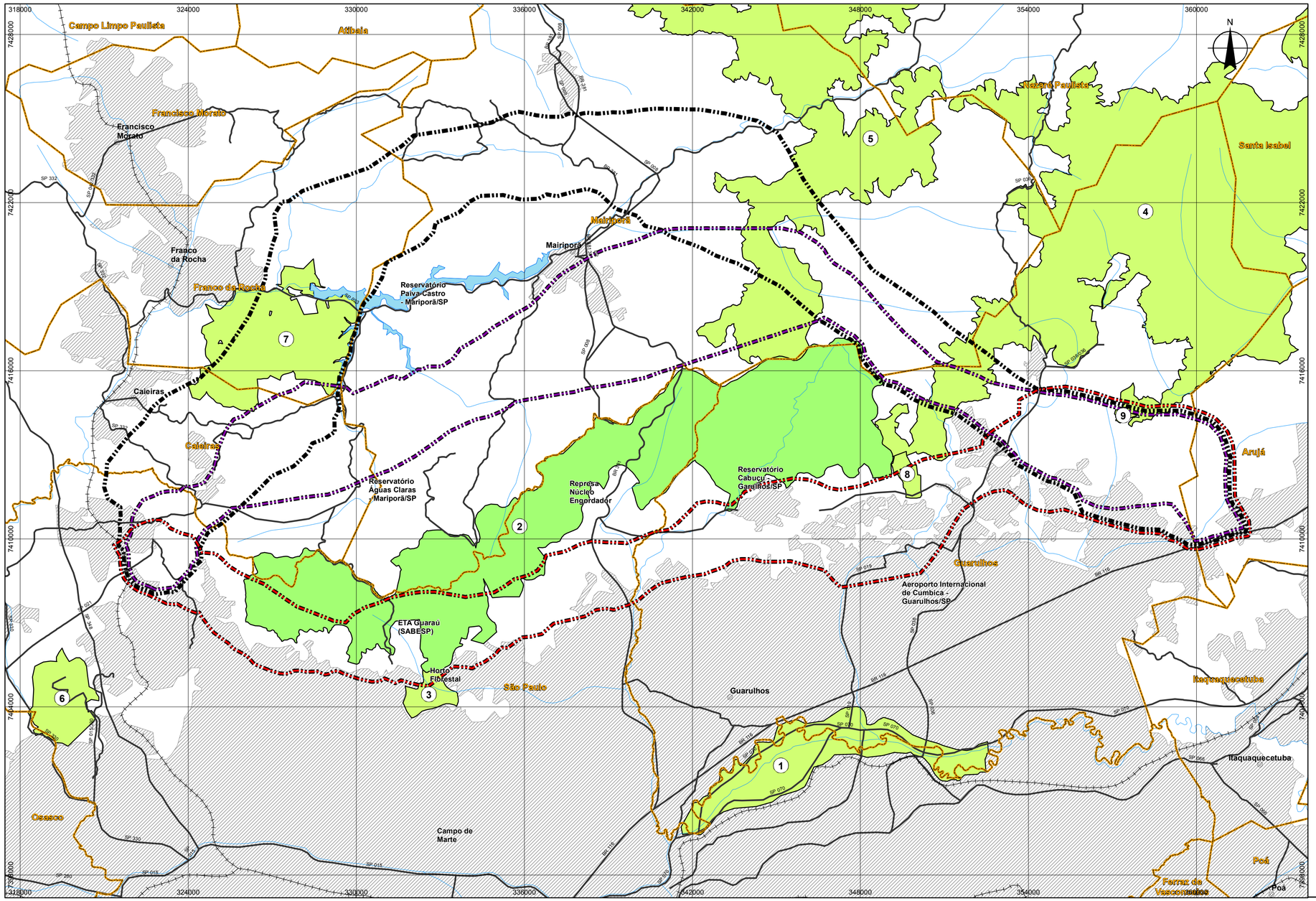
Estes três conjuntos de agrupamentos de alternativas históricas de traçado representam as três macro-diretrizes de traçado identificadas na 2ª etapa dos estudos de alternativas do Trecho Norte do Rodoanel que integram o presente EIA. Considerando a sobreposição com as alternativas de referência formuladas no início da década de 1990, as Macro-diretrizes receberam a denominação de Interna, Intermediária e Externa. Consolidando o procedimento de identificação de Macro-diretrizes de traçado do Trecho Norte, a **Figura 3.3.3.1.b** representa o conjunto de segmentos de Macro-diretrizes resultantes, denominadas Interna, Intermediária e Externa, descritas a seguir.

Macro-diretriz Interna

Trata-se da Macro-diretriz alternativa de percurso mais interno ou mais próximo ao centro metropolitano. Encontra-se posicionada no limite norte da mancha de urbanização contínua da RMSP e ao sul do Parque Estadual da Cantareira, interceptando os territórios dos municípios de São Paulo, Guarulhos e Arujá. A extensão total ao longo da faixa de busca é de 42 quilômetros.

A partir do ponto obrigatório de passagem correspondente ao trevo do Trecho Oeste do Rodoanel com a Avenida Raimundo Pereira de Magalhães, na região do bairro de Perus, município de São Paulo, a Macro-diretriz Interna se desenvolve na direção sudeste objetivando contornar a barreira física correspondente ao relevo da Serra da Cantareira, que também constitui unidade de conservação de proteção integral, o que também justifica a delimitação de faixa de busca que evite sobreposição com seus limites. Nesse subtrecho há ainda um conjunto de áreas de mineração ativas (lavra a céu aberto), que condicionam significativamente a formulação de alternativas de traçado.

Além do limite do sul da serra e do Parque Estadual da Cantareira, nesse segmento inicial a Macro-diretriz se sobrepõe também a áreas de urbanização com habitação sub-normal que ocupam as encostas da serra e bairros adjacentes ao limite sul do Parque Estadual da Serra da Cantareira. É o caso de bairros e comunidades como Parada de Taipas, Brasilândia, Jardim Peri e da região do distrito do Tremembé, que



LEGENDA

- Macro-Diretriz Externa
- Macro-Diretriz Intermediária
- Macro-Diretriz Interna
- Divisa de Municípios
- Sede de Município
- Ferrovias
- Rodovias
- Hidrografia
- Reservatórios
- Mancha Urbana

Unidades de Conservação de Proteção Integral

1- Parque Ecológico do Tietê
2- Parque Estadual da Cantareira
3- Parque Estadual Alberto Loefgren
4- Parque Estadual do Itaberaba
5- Parque Estadual do Itapetinga
6- Parque Estadual do Jaraguá
7- Parque Estadual do Juquery
8- Parque Nat Mun da Cult Negra-Sítio da Candinha
9- Reserva Biológica Burle Marx

Figura 3.3.3.1.b:

MACRO DIRETRIZES DE TRAÇADO

CONSÓRCIO: JGP PRIME Engenharia

CLIENTE: Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A. — RODOANEL MARIO COVAS TRECHO NORTE

PROJETO:

EIA/RIMA - TRECHO NORTE DO RODOANEL MARIO COVAS

Nº Des. JGP: Macro-diretrizes de Traçado.mxd

DATA: 22/08/10

RESPONSÁVEL 1:

1:100.000

0 0,5 1 2 3 4 5 Km

Projeção: Universal Transverse de Mercator - Fuso 23S
Datum: Córrego Alegre

BASE: Imagem do Satélite LANDSAT5, sensor TM, Órbita 219-076. Imageamento realizado dia 04-05-2010. Imagem obtida do Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE no site www.inpe.br. Acesso dia 25-08-2010.

reúne diversos bairros entre a área de urbanização contínua ao sul, o Parque Estadual da Cantareira ao norte e a Rodovia Fernão Dias a leste.

Outros elementos de destaque são ETA Guaraú, que integra o Sistema Produtor Cantareira, operado pela SABESP, o extremo norte da Avenida Inajar de Souza e o aterro sanitário de Vila Albertina. Complementarmente, entre a área urbana contínua pertencente ao município de São Paulo e o Parque Estadual da Cantareira, a Secretaria do Verde e do Meio Ambiente do município, através do projeto Bordas da Cantareira, objetiva implantar um conjunto de dez parques públicos em áreas situadas imediatamente ao sul dos limites do Parque Estadual.

A Rodovia Fernão Dias é interceptada pela Macro-diretriz Interna entre o km 79 e o km 81 Nesse trecho há três opções de passagem de eixos alternativos de traçado, havendo espaço disponível para implantação de dispositivo de interseção com ramos circulares ou mesmo direcionais.

Após a passagem pela Rodovia Fernão Dias a Macro-diretriz Interna se desenvolve no município de Guarulhos, buscando se posicionar na maior parte do percurso, entre a mancha urbana contínua e o Parque Estadual da Cantareira. Assim como em São Paulo, nesse segmento a faixa se sobrepõe a bairros residenciais consolidados de diferentes padrões de ocupação. Áreas de mineração em atividade, aterros sanitários, o reservatório Cabuçu e o Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos são outros importantes elementos presentes ao longo da Macro-diretriz Interna no município de Guarulhos. Há ainda uma unidade de conservação municipal de Guarulhos, denominada Parque Municipal da Cultura Negra Sítio Candinha.

Na seqüência, o desenvolvimento da faixa correspondente à Macro-diretriz Interna se dá na direção leste, sentido Arujá, englobando, ainda no município de Guarulhos, áreas urbanizadas de diferentes densidades e padrões de ocupação no setor norte desse município, fragmentos florestais, terrenos terraplenados e áreas de mineração.

Na divisa com Arujá, a faixa passa a englobar áreas de ocupação agrícola intensiva voltada a produção de hortaliças, alcançando na seqüência o outro ponto obrigatório de passagem correspondente à interseção com o Trecho Leste do Rodoanel e com a Rodovia Presidente Dutra.

Macro-diretriz Intermediária

Como registrado anteriormente trata-se de faixa de busca de alternativas posicionada ao norte do Parque Estadual da Cantareira. Da interligação com o Trecho Oeste e com a Avenida Raimundo Pereira de Magalhães, a Macro-diretriz Intermediária se desenvolve pelos municípios de São Paulo, Caieiras, Franco da Rocha, Mairiporã, Guarulhos e Arujá. A extensão total da Macro-diretriz é de 46 quilômetros.

Enquanto a Macro-diretriz Interna, descrita anteriormente, ao longo de seu percurso objetiva contornar a serra e o Parque Estadual da Cantareira, aproveitando vazios urbanos no limite da mancha de urbanização contínua, a faixa correspondente à Macro-diretriz Intermediária efetua o contorno da barreira geomorfológica e da unidade de conservação ao longo da sua face norte, porém ao sul do reservatório Paiva Castro, do Sistema Produtor Cantareira.

O desenvolvimento da Macro-diretriz se dá predominantemente sobre áreas ocupadas por cobertura vegetal nativa em meio a setores urbanizados de Caieiras e Mairiporã, principalmente. Estes dois municípios se caracterizam pela estrutura urbana poli-nucleada, de forma que há setores urbanizados descontínuos entre as suas sedes e muitos dos bairros formados a partir de condomínios de baixa densidade de ocupação situados imediatamente ao norte do Parque Estadual da Serra da Cantareira. A presença destas áreas residenciais contínuas ao Parque Estadual, associada a um relevo de grande fragilidade potencial a intervenções antrópicas (morros altos), acaba condicionando a busca por alternativas ao longo da faixa em que historicamente foram posicionados traçados alternativos associados à Macro-diretriz Intermediária.

A partir da interligação com o Trecho Oeste, a Macro-diretriz Intermediária se desenvolve no sentido nordeste, tangenciando a sede urbana de Caieiras e englobando setor rural desse município. Na seqüência, se sobrepõe ao condomínio residencial Alpes da Cantareira. Nesse segmento tangencia ainda o Parque Estadual do Juqueri, situado ao norte do citado condomínio, porém já no município de Franco da Rocha. A faixa encontra-se ainda na bacia de contribuição do reservatório Paiva Castro.

Na seqüência, já no município de Mairiporã, a faixa correspondente à Macro-diretriz Intermediária continua se sobrepondo a espaços urbanizados de baixa densidade, áreas de vegetação nativa, mas também áreas de mineração em atividade.

O cruzamento com a Rodovia Fernão Dias se dá ao sul da sede urbana de Mairiporã, em segmento desta rodovia onde é possível posicionar eixos alternativos e dispositivos de interseção entre áreas urbanizadas estruturadas por esta rodovia.

Efetuada a travessia da Fernão Dias, na direção do município de Guarulhos, a Macro-diretriz em pauta intercepta o setor sul dos Parques Estaduais Serra de Itapetinga e Itaberaba. Essas duas unidades de conservação de proteção integral apresentam continuidade com o Parque Estadual da Cantareira.

Fora dos limites das duas áreas protegidas, a faixa engloba também espaços ocupados por vegetação nativa em meio a núcleos populacionais até o município de Guarulhos, onde coincide com a faixa de busca correspondente à Macro-diretriz Interna até a conexão com o Trecho Leste e com a Rodovia Presidente Dutra.

Macro-diretriz Externa

Constitui a faixa de busca de alternativas mais distante do centro metropolitano, se posicionando ao norte do reservatório Paiva Castro e da sede urbana de Mairiporã. Tem como referência principal o traçado básico da alternativa de mesmo nome, formulada nos estudos contratados pela DERSA no início da década de 1990. Entre os dois pontos obrigatórios de passagem a extensão da Macro-diretriz é de 52 quilômetros.

A partir da junção com o Trecho Oeste a faixa correspondente à Macro-diretriz Externa se desenvolve no sentido norte, com passagem entre setores urbanizados pertencentes ao município de Caieiras. Na seqüência se sobrepõe ao Parque Estadual do Juqueri e tangencia a sede urbana de Franco da Rocha, de onde passa a se desenvolver na direção leste, se posicionando ao norte do reservatório Paiva Castro e

da sede de Mairiporã. Nesse segmento a Macro-diretriz cruza com a Rodovia Fernão Dias em região de relevo amorreado no norte do município de Mairiporã pertencente ao conjunto da Serra de Atibaia.

Após o contorno ao norte de Mairiporã, a Macro-diretriz Externa acaba se sobrepondo à Macro-diretriz Intermediária, se desenvolvendo no sentido sudeste, alcançando os municípios de Guarulhos e Arujá, na interligação com o Trecho Leste e com a Rodovia Presidente Dutra. Nesse segmento, assim como a Macro-diretriz Intermediária, intercepta os parques estaduais de Itapetinga e Itaberaba.

As Macro-diretrizes são representadas na Figura 3.3.3.1.b**.** A eventual articulação entre segmentos das Macro-diretrizes Intermediária e Interna foi estudada e avaliada. Porém, em função da barreira física que constitui o relevo da Serra da Cantareira e a restrição decorrente do enquadramento de parte do conjunto geomorfológico como Unidade de Conservação de Proteção Integral, não foi identificada nenhuma alternativa atrativa sob o aspecto técnico e ambiental de articulação entre as macro-diretrizes Intermediária e Interna.

Na prática, um eventual traçado para o Trecho Norte do Rodoanel interligando um segmento Interno (ao sul do Parque Estadual) e outro Intermediário (ao norte do Parque) demandaria, necessariamente, a implantação de túneis com extensão superior a 3 quilômetros para travessia do parque. Com tal extensão seria possível evitar a implantação de trechos em superfície no interior da unidade de conservação, porém não seria descartada a necessidade de implantação *shafts* para o sistema de ventilação dos túneis, o que exigiria intervenções no interior do Parque, como escavações, corte de vegetação e abertura de caminhos de serviço. Complementarmente, a análise da imagem representada na Figura 3.3.3.1.b revela que imediatamente ao norte do Parque Estadual há um mosaico de áreas vegetadas e áreas residenciais. Qualquer traçado que atravesse o Parque Estadual da Cantareira interfere diretamente com tais áreas, sem qualquer vantagem em relação às opções de diretrizes integralmente posicionadas ao sul ou ao norte da unidade de conservação.

Em todo caso, já no contexto comparativo entre as faixas de busca, a análise da Figura 3.3.3.1.b revela algumas situações e interferências das Macro-diretrizes de traçado que indicam vantagens e desvantagens de cada uma das faixas de busca segundo os critérios especificados na Seção 3.3.1 do presente EIA.

Dentro desse propósito, o primeiro aspecto a ser considerado é a comparação entre a extensão total das Macro-diretrizes de identificadas. Como já apontado, a Macro-diretriz Externa é a mais distante do centro metropolitano e, por conseguinte, a mais extensa dentre as três. Na comparação com a faixa menos extensa, no caso a Macro-diretriz Interna, a diferença é da ordem de 10 quilômetros, o que representa 23% da sua extensão total.

Reconhecidamente, como ressaltado na Seção 3.3.1, a opção pela Macro-diretriz Externa implicaria, necessariamente, em uma configuração do Trecho Norte mais extensa em relação às demais opções de traçado identificadas. Nessa condição, considerando uma extensão aproximada de 52 quilômetros verificada ao longo da zona central do corredor identificado, o Trecho Norte não se constituiria uma opção atrativa ao tráfego de passagem, uma vez que o percurso pelas vias urbanas, notadamente pela Marginal Tietê.

Serve de referência à análise o percurso de um veículo que objetiva atravessar a Região Metropolitana de São Paulo, tendo como origem a Rodovia Régis Bittencourt e destino a Rodovia Presidente Dutra. Utilizando as marginais dos rios Tietê e Pinheiros, além do trecho urbano da Rodovia Régis Bittencourt, o percurso seria de 65 quilômetros, muito próximo da opção pela utilização rodovia Castelo Branco e de parte do Trecho Oeste do Rodoanel (68 quilômetros). No entanto, o percurso pelo Trecho Norte segundo um traçado hipotético ao longo da Macro-diretriz Externa seguido pelo Trecho Oeste do Rodoanel alcançaria extensão total de 85 quilômetros, o que representa um incremento da ordem de 30 quilômetros em relação à opção de utilização de vias urbanas. Trata-se sem dúvida de situação que coloca qualquer opção de traçado pela Macro-diretriz Externa bastante desfavorável sob o aspecto da atratividade ao tráfego em um cenário com outras opções menos extensas, onde os percursos totais são da ordem de 46 quilômetros pela Macro-diretriz Intermediária e de 42 pela Macro-diretriz Interna.

Salienta-se que nesta fase dos estudos de traçado tais considerações quanto às distâncias foram formuladas com base na verificação da extensão linear ao longo das três faixas de busca de alternativas. A formulação efetiva de alternativas de traçado foi desenvolvida na fase seguinte dos estudos (4ª Etapa - Seção 3.3.3.2), após a seleção da Macro-diretriz.

Complementarmente, em relação aos demais critérios de delimitação das faixas de busca e de seleção das Macro-diretrizes, a análise da Figura 3.3.3.1.b revela algumas situações que permitem também comparar as Macro-diretrizes identificadas quanto às interferências com unidades de conservação, com áreas urbanizadas e com a cobertura vegetal nativa remanescente.

No que se refere às interferências ou sobreposições das Macro-diretrizes sobre os limites de Unidades de Conservação, a análise da Figura 3.3.3.1.b ilustra que todas as Macro-diretrizes apresentam algum grau de interferência ou sobreposição com as áreas protegidas existentes no setor norte da RMSP.

A Macro-diretriz Externa apresenta setores sobre os parques estaduais do Juquery, Itapetinga e Itaberaba, todas enquadradas como unidades de conservação de proteção integral nos termos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Já a Macro-diretriz Intermediária ao longo do seu desenvolvimento, embora também se aproxime do limite sul do Parque do Juquery, se sobrepõe efetivamente aos limites dos parques Itapetinga e Itaberaba. Por fim, a faixa correspondente à Macro-diretriz Interna se sobrepõe a setores da porção sul do Parque Estadual da Serra da Cantareira nos municípios de São Paulo e Guarulhos, e do Parque Natural Municipal da Cultura Negra – Sítio Candinha, criado em 2008 pela prefeitura de Guarulhos.

Assim, como demonstrado na Figura 3.3.3.1.b a largura das macro-diretrizes é variável, de modo que na fase seguinte dos estudos, em muitos casos, é possível eliminar ou minimizar interferências diretas dos eixos alternativos sobre as unidades de conservação preliminarmente mapeadas. Ao mesmo tempo, em função principalmente do relevo, mas também das características de projeto de uma rodovia “Classe 0” como é o Trecho Norte do Rodoanel, é possível, em algumas situações, formular alternativas de traçado com cruzamento das unidades de conservação através de túneis, o que eliminaria a execução de terraplenagem dentro das áreas protegidas.

Com base na avaliação do relevo das áreas e da magnitude da sobreposição das faixas de busca sobre as unidades de conservação mapeadas e representadas na Figura 3.3.3.1.b, pode-se afirmar inicialmente que esse tipo de adequação é possível nos trechos em que as macro-diretrizes se sobrepõem aos Parques Estaduais de Itapetinga e Itaberaba (Intermediária e Externa) e nos trechos no limite sul do Parque Estadual da Cantareira (Interna). No caso do Parque Estadual do Juquery, atravessado pela Macro-diretriz Externa, dada a extensão da sobreposição da faixa de busca e do relevo no interior do parque, não há condições favoráveis a esse tipo de otimização, com implantação de um único túnel, por exemplo, o que o torna a Macro-diretriz Externa menos vantajosa na comparação com as outras duas opções estudadas, já que obras de terraplenagem, abertura de caminhos de serviço e implantação de emboques seriam certamente necessários dentro da unidade do Parque Estadual do Juquery.

Ainda em relação às interferências com unidades de conservação, deve-se registrar que a Prefeitura de São Paulo através da Secretaria do Verde e Meio Ambiente vem desenvolvendo ações visando a implantação de parques públicos municipais no setor norte do município, mais precisamente ao sul do Parque Estadual da Cantareira. Foram publicados decretos de criação dos parques municipais Itaguaçu, Linear do Córrego do Bispo e Linear do Córrego Bananal/Canivete. Outras áreas estão em fase de desapropriação. Nenhuma das áreas é enquadrada pelos decretos de criação como unidades de conservação segundo as diretrizes da Lei Federal Nº 9.985/2000, que instituiu o SNUC.

Seguindo a comparação entre as três Macro-diretrizes, a análise da Figura 3.3.3.1.b revela o nível de sobreposição das faixas de busca sobre a cobertura vegetal nativa remanescente. É possível visualizar o padrão geral de distribuição da cobertura vegetal de porte florestal no setor norte da Região Metropolitana de São Paulo, observando-se, preliminarmente, pelo menos três padrões espaciais de ocorrência, cuja diferenciação está vinculada essencialmente à proximidade/distanciamento com a mancha de urbanização contínua da metrópole e com a delimitação do Parque Estadual da Serra da Cantareira.

O primeiro desses padrões engloba o conjunto de áreas adjacentes ou circunvizinhas à mancha urbana contínua nos municípios de São Paulo e Guarulhos, formando uma estreita faixa ou zona de largura variável ao sul do Parque Estadual da Cantareira. Trata-se de área com elevado nível de supressão, fragmentação e alteração fitofisionômica da cobertura vegetal de porte florestal que resta em meio a bairros e aglomerados residenciais regulares e subnormais.

O segundo padrão é observado na área correspondente ao Parque Estadual da Cantareira, onde a vegetação florestal nativa que recobre a serra da Cantareira encontra-se preservada, formando um único maciço de vegetação nativa que se conecta com áreas florestadas externas situadas nos municípios de Caieiras, Mairiporã e no extremo norte de Guarulhos. Mesmo ao sul e a oeste do parque, embora muito restritamente, ocorrem áreas florestadas ao longo de encostas íngremes contíguas aos limites da unidade de conservação.

O terceiro e último padrão de distribuição da cobertura vegetal é observado predominantemente ao norte do Parque Estadual da Cantareira, mas também a leste dele, no município de Guarulhos. Trata-se de área em que a fragmentação é evidente, porém além de fragmentos pequenos de vegetação, ocorrem fragmentos importantes e que conectividade entre si e com outros grandes remanescentes, como o próprio Parque Estadual da Cantareira e o Parque Estadual do Juquery. Tal padrão de cobertura vegetal remanescente nesse setor ao norte da RMSP norteou inclusive a criação de duas unidades de conservação de proteção integral na área, no caso os Parques Estaduais de Itapetinga e Itaberaba, cujos limites englobam alguns dos mais importantes fragmentos de vegetação existentes ao norte do Parque da Cantareira.

As **Figuras 3.3.3.1.c** e **3.3.3.1.d** produzidas a partir do Inventário Florestal do Estado de São Paulo (IF, 2007) e do Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo da Região Metropolitana de São Paulo (EMPLASA, 2002) também permitem uma visualização geral do grau de fragmentação da cobertura vegetal e da extensão das áreas urbanas no setor norte da RMSP.

Os padrões de cobertura vegetal, em conjunto com a análise da extensão e distribuição da ocupação urbana, revelam na prática diferentes níveis de antropização do espaço, cuja intensidade é claramente maior ao norte da macha de urbanização contínua e ao sul do Parque Estadual da Cantareira, ou seja, ao longo da faixa de busca de alternativas correspondente à Macro-diretriz Interna, que também se sobrepõe restritamente a setores recobertos por vegetação nativa preservada (segundo padrão de cobertura vegetal mencionado anteriormente). Por outro lado, pelas razões já expostas, o grau ou nível de antropia é menor no espaço situado ao norte do Parque Estadual da Cantareira, por onde se desenvolvem as Macro-diretrizes Intermediária e Externa. Nesse contexto, a cobertura vegetal preservada no interior do Parque constitui uma “ilha” em meio a espaços envoltórios de diferentes níveis de antropização.

Sob o aspecto da engenharia e de execução de obras rodoviárias, é possível compatibilizar tecnicamente traçados rodoviários com severas restrições geométricas com terrenos acidentados. Entretanto, em razão dessa tipologia do relevo e dos padrões geométricos a serem observados (inclinação de rampas e raios de curvas), as intervenções nos terrenos tendem a exigir a execução de grande movimentação de terra, com aterros e cortes de grande altura ou mesmo de túneis, potencializando ainda mais a geração de grandes volumes de material excedente.

Já em relação ao nível de sobreposição e interferências com áreas de ocupação urbana consolidada, as Macro-diretrizes Intermediária e Externa mostram-se mais vantajosas em comparação com a Macro-diretriz Interna.

Através da análise das Figuras 3.3.3.1.b, 3.3.3.1.c e 3.3.3.1.d reconhece-se a grande área de urbanização contínua que se estende da porção norte da cidade de São Paulo e de Guarulhos até o Parque Estadual da Cantareira. Ao norte do parque a ocupação urbana apresenta padrão de distribuição relativamente descontínuo e de baixa densidade em meio a espaços com cobertura vegetal nativa.

No que se refere propriamente à analise seletiva das Macro-diretrizes de traçado, a interpretação da própria imagem (Figura 3.3.3.1.b) evidencia a sobreposição mais significativa da Macro-diretriz Interna com setores urbanos de diferentes padrões, porém densamente ocupados em São Paulo e em Guarulhos. Já ao longo das Macro-diretrizes

Campo Limpo Paulista
Atibaia
Parque Estadual Serra do Itapetinga
Nazaré Paulista
Francisco Morato
Santa Isabel
Parque Estadual Serra do Itaberaba
Franco da Rocha
Mairiporã
P. E. Juquery
Caieiras
P. E. Cantareira
Guarulhos
Arujá
Perus
Pirituba
Freguesia do Ó
Casa Verde
P. E. Alberto Lofgren
Santana/ Tucuruvi
P. E. Jaraguá
São Paulo
Osasco
Vila Maria/ Vila Guilherme
Penha
Ermelino Matarazzo
São Miguel
Itaim Paulista
Itaquaquecetuba
Suzano
1
2
3
SP 023
SP 332
SP 348
SP 015/330
SP 070
SP 019
SP 036
SP 056
SP 066
BR 116
BR 381
7425000
7420000
7415000
7410000
7405000
320000
325000
330000
335000
340000
345000
350000
355000
360000
0 0,5 1 2 3 4 5 Km

LEGENDA

Macro-Diretrizes de Traçado
- 1, Macro-Diretriz Externa
- 2, Macro-Diretriz Intermediária
- 3, Macro-Diretriz Interna
- Limite da All.
- Divisa de Municípios
- Limite RMSP
- Município de São Paulo

- Subprefeituras
- Ferrovias
- Rodovias
- Curso d'água
- Represa

- Floresta Ombrófila Densa Montana
- Floresta Ombrófila em Contato Savana/Floresta Ombrófila
- Formação Arbórea/Arbustiva-herbácea em Região de Várzea
- Savana
- Vegetação Secundária da Floresta Ombrófila Densa Montana
- Vegetação Secundária da Floresta Ombrófila em Contato Savana/Floresta Ombrófila

Base Cartográfica: http://sigel.aneel.gov.br/brasil/viewer.htm - acessado em 26/09/08.

FONTE: Mapeamento Digital do Inventário Florestal do Estado de São Paulo (KRONKA ET AL., 2005).

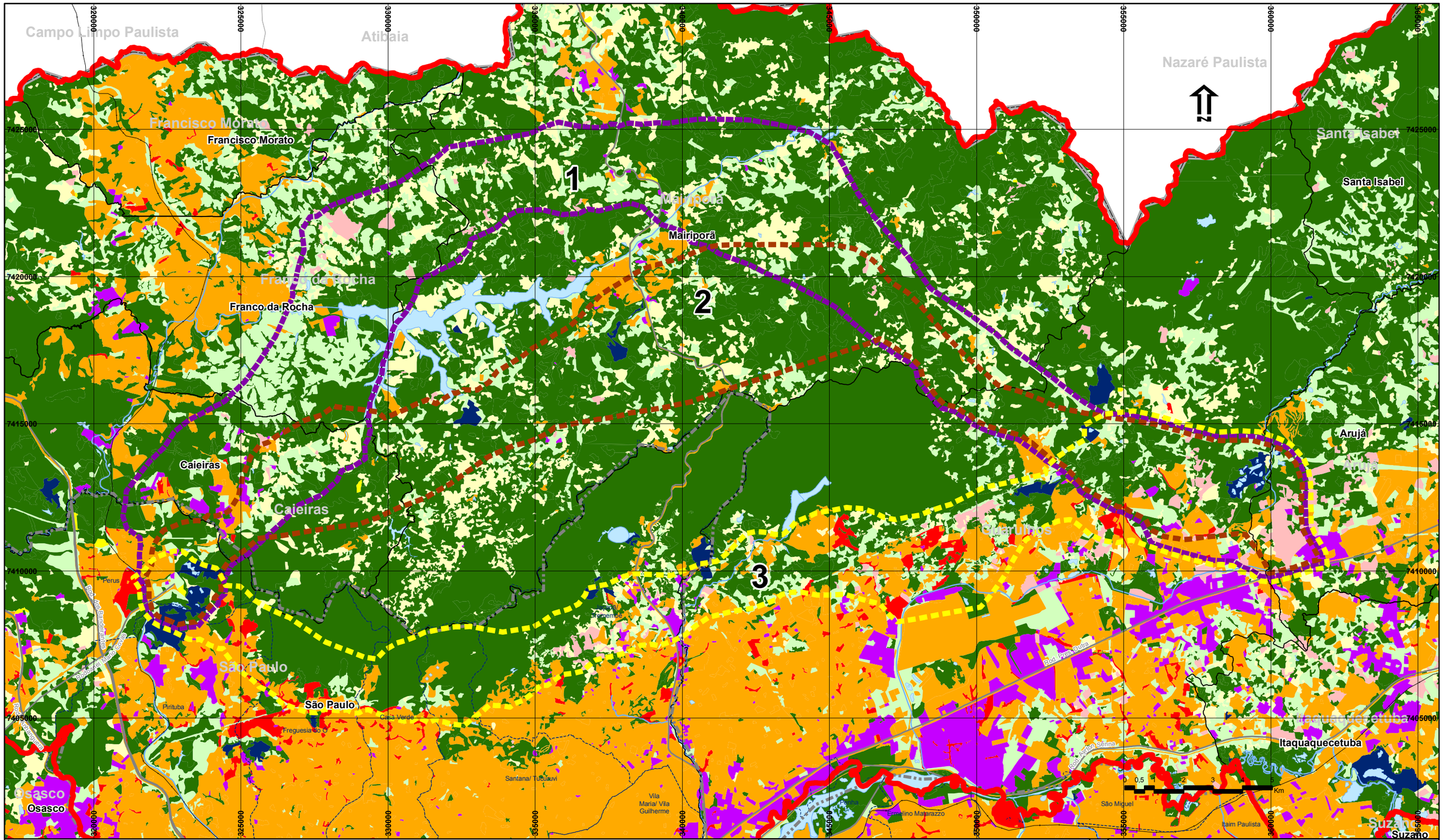
ESCALA: 1:125.000	DES. Nº: Figura 3331c IF.mxd
DATA: 16/07/2010	REV: Ø

CONSÓRCIO: JGP PRIME Engenharia

Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A.

RODOANEL MARIO COVAS TRECHO NORTE

Figura 3.3.3.1.c:
MACRO-DIRETRIZES (FAIXAS DE BUSCA DE ALTERNATIVAS) SOBRE INVENTÁRIO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (IF, 2005)



LEGENDA

Macro-Diretrizes de Traçado

- 1, Macro-Diretriz Externa
- 2, Macro-Diretriz Intermediária
- 3, Macro-Diretriz Interna
- Limite da Área de Influência Indireta
- Limite de Municípios
- Limite RMSP
- Município de São Paulo
- Subprefeituras
- Ferrovias
- Rodovias

Uso e Ocupação do Solo

- Área Urbanizada
- Favela
- Indústria
- Hortifrutigranjeiro
- Chácara
- Mineração
- Campo
- Vegetação Arbórea
- Outro Uso
- Hidrografia Principal

FONTE: EMPLASA, 2002.

ESCALA: 1:125.000 | DES. Nº: Fig 3331d Uso Solo.mxd

DATA: 16/07/2010 | REV: Ø

CONSÓRCIO: JGP PRIME Engenharia

Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A. | RODOANEL MARIO COVAS TRECHO NORTE

Figura 3.3.3.1.d:

MACRO-DIRETRIZES (FAIXAS DE BUSCA DE ALTERNATIVAS) SOBRE MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO (EMPLASA, 2002)

Intermediária e Externa, embora também apresente com sobreposições parciais com bairros e condomínios residenciais nos municípios de Mairiporã e Caieiras.

Em razão do distanciamento da mancha urbana contínua, o padrão de interferência com áreas urbanas consolidadas nas Macro-diretrizes Intermediária e Externa é diferenciado e de menor magnitude em comparação ao observado ao longo da Macro-diretriz Interna.

Evidentemente, considerando que as Macro-diretrizes se constituem basicamente em faixas de largura variável para a busca de alternativas de traçado, muitas das sobreposições com áreas urbanas podem ser evitadas na fase seguinte dos estudos. Porém, considerando as restrições impostas pelo relevo amorreado, pelos limites do Parque Estadual da Cantareira, pelos condicionantes geométricos do projeto de engenharia para rodovias “Classe 0”, além da incorporação dos demais critérios de formulação de traçados alternativos, pode-se afirmar que ao longo da Macro-diretriz Interna, as possibilidades de composição de traçados que evitem impactos decorrentes da segmentação de áreas urbanizadas são mais restritas na comparação com as outras Macro-diretrizes, o que em parte desfavorece a Macro-diretriz Interna. Todavia, muitos dos setores urbanos com os quais a Macro-diretriz Interna se sobrepõe são assentamentos subnormais, muitos em áreas de risco, de modo que eventuais impactos diretos sobre tais espaços podem também apresentar efeitos positivos a médio e longo prazo.

Em relação aos aspectos das interferências com áreas de elevada fragilidade do relevo e da paisagem, foi efetuada análise do posicionamento das três Macro-diretrizes sobre o mapeamento produzido por IPT/EMPLASA (1990), que indica por sua vez diferentes níveis de fragilidade natural do relevo face às intervenções antrópicas.

Nesse sentido, cumpre inicialmente comparar a inserção de cada uma das duas Macro-diretrizes nas unidades do relevo mapeadas, destacando-se os segmentos situados em unidades de maior fragilidade potencial, caso específico das Áreas com Severas Restrições à Ocupação, formadas no caso em pauta por áreas com relevo intensamente dissecado.

A **Tabela 3.3.3.1.a**, relaciona as principais características das áreas com esse tipo de enquadramento segundo IPT/EMPLASA.

Tabela 3.3.3.1.a
Características dos tipos de relevo enquadrados como "Áreas com severas restrições à ocupação"

Aptidão Física	Unidades Homogêneas		Aspectos básicos e restrições
	Relevo	Litologia	
Áreas com Severas Restrições	Planícies Aluviais **(4)**	**Al**	Predominam terrenos de baixa declividade e lençol freático pouco profundo. Habitualmente os solos caracterizam-se pela baixa capacidade de suporte, o que implica em dificuldades para implantação de edificações e obras em geral.
	Morrotes Baixos Isolados entre Planícies Fluviais **(5)**	**Xt, Mg e Af**	Terrenos com fortes restrições à ocupação. Caracterizam-se pela ocorrência de morrotes isolados em áreas relativamente planas e mal drenadas (planícies aluviais). Nos morrotes as restrições estão associadas as declividades superiores a 30% em alguns segmentos das vertentes. Em relação as planícies destacam-se os aspectos relativos a inundações periódicas e a baixa capacidade de suporte.
	Morrotes Altos **(6)**	**Tc, Xt, Mg, Gr e Af**	Unidades caracterizadas por topos relativamente estreitos, amplitudes topográficas da ordem de 80 metros e declividades entre 30% e 40%.
	Morros Altos **(7)**	**Xt, Mg, Gr, Af e Qz**	Predominam amplitudes de 150 metros e declividades médias sempre superiores a 30%. Caracteriza-se também pela elevada densidade de drenagem, topos estreitos, vales bastante encaixados. As encostas são sujeitas à ocorrência de processos intensos de dinâmica superficial, notadamente os vinculados a movimentos de massa.

Fonte: Carta de Aptidão Física para o Assentamento Urbano (IPT/EMPLASA, 1990).
Legenda: Tc Sed. Fm. São Paulo e correlatos; **Xt** Xisto e Filito; **Mg** Migmatito; **Gr** Granito e Gnaisse; **Af** Anfibolito; **Ca** Calcário; **Qz** Quartzito; **Al** Aluvião.

Sob o aspecto da engenharia e de execução de obras rodoviárias, o compartilhamento de traçados com áreas com severas restrições associadas ao tipo de terreno a ser atravessado, como um relevo montanhoso, é tecnicamente possível. Entretanto, em razão dessa tipologia do relevo e dos padrões geométricos a serem observados (inclinação de rampas e raios de curvas), as intervenções nos terrenos tendem a exigir a execução de grande movimentação de terra, com aterros e cortes de grande altura ou mesmo de túneis, potencializando ainda mais a geração de grandes volumes de material excedente.

As interferências com unidades potencialmente mais frágeis, formadas por morros altos (7Xt e 7Mg) segundo a classificação do citado mapeamento, ocorrem associadas às três Macro-diretrizes, porém mais extensivamente nas Macro-diretrizes Intermediária e Externa, que se sobrepõem a terrenos de relevo montanhoso, de grandes amplitudes altimétricas. Nesse aspecto, tendo como parâmetro de análise os tipos de relevo, a Macro-diretriz Interna mostra-se mais vantajosa na comparação com as demais opções macro-locacionais.

Outro fator de formulação e comparação a ser considerado na 2ª etapa dos estudos está vinculado ao nível de interferência com os recursos hídricos e com sistemas produtores de água para abastecimento da RMSP. Nenhuma das Macro-diretrizes exige a realização de travessia de grandes corpos d'água.

Como já mencionado na presente seção, tanto a Macro-diretriz Intermediária quanto a Externa se desenvolvem parcialmente na área de contribuição do rio Juqueri e da represa Paiva Castro, que por sua vez integra o Sistema Produtor Cantareira, operado pela SABESP e que abastece grande parte da RMSP. Por outro lado, a Macro-diretriz Interna não atravessa áreas de contribuição de sistemas produtores de água bruta.

Diferentemente do Trecho Sul do Rodoanel, no qual todas as Macro-diretrizes e alternativas de traçado efetivamente viáveis estavam integralmente situadas nas Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais das Represas Guarapiranga e Billings, no Trecho Norte as Macro-diretrizes estudadas se diferenciam quanto a esse critério, com clara vantagem para a Macro-diretriz Interna.

Seleção de Macro-diretriz de Traçado

Como evidenciado ao longo da presente análise, a decisão locacional do Trecho Norte do Rodoanel é complexa, refletindo não só a complexidade do projeto em si, mas também das variáveis geográficas envolvidas, as quais compõem a base do presente estudo multicriterial.

Dentre as três Macro-diretrizes estudadas, a Macro-diretriz Externa é a que se mostra menos atrativa para o desenvolvimento das etapas seguintes do estudo, que envolvem o estudo detalhado de alternativas de traçado dentro da faixa de busca selecionada. Historicamente, em todos os estudos de traçado desenvolvidos para o Trecho Norte do Rodoanel desde o início da década de 1990, os "traçados externos", posicionados ao norte do reservatório Paiva Castro, foram sempre descartados. De modo análogo aos estudos pretéritos, a aplicação dos critérios básicos adotados demonstra que se trata de alternativa implicadora de impactos ambientais mais significativos, além de ser mais extensa e menos atrativa ao tráfego, inviabilizando o alcance da plenitude dos benefícios socioeconômicos previstos no Programa Rodoanel, o que justifica o seu descarte.
As Macro-diretrizes Interna e Intermediária apresentam simultaneamente vantagens e desvantagens.

Depreende-se da análise comparativa um relativo destaque favorável à Macro-diretriz Interna que, posicionada imediatamente ao sul do Parque Estadual da Serra da Cantareira, se sobrepõe a um espaço significativamente antropizado e já impactado pela ocupação urbana e outras atividades no limite norte da mancha urbana da RMSP. Nessa condição, as interferências com a cobertura vegetal são menos significativas, inclusive com corredores ecológicos que reconhecidamente existem entre a Serra da Cantareira e a região da Serra da Mantiqueira e o Parque Estadual do Juquery. O relevo, embora dissecado e de grande amplitude, é mais favorável (de menor fragilidade potencial às intervenções antrópicas) quando comparado aos terrenos atravessados pela Macro-diretriz Intermediária. Complementarmente, ao contrário da Macro-diretriz Intermediária, a Interna não se desenvolve sobre áreas de proteção e recuperação de mananciais.

Por outro lado, é a Macro-diretriz Interna que apresenta maior nível de sobreposição com áreas de ocupação urbana consolidada. Embora tais interferências ocorram também na Macro-diretriz Intermediária, comparativamente são mais significativas na faixa Interna, podendo resultar impactos mais intensos sob o aspecto da transferência compulsória de população e segmentação de áreas urbanas.

Nesse contexto, considerando todos os aspectos e critérios adotados, pode-se afirmar que tanto a Macro-diretriz Interna como a Intermediária apresentam aspectos distintos, porém atrativos à sua seleção visando a implantação do Trecho Norte do Rodoanel.

No entanto, alguns dos estudos anteriormente desenvolvidos para o Trecho Norte do Rodoanel concluíram pela seleção de traçados situados no contexto da Macro-diretriz Intermediária, entre os quais o Estudo de Impacto Ambiental dos Trechos Norte, Leste e Sul (DERSA/PROTRAN, 2002).

Considerando a perspectiva proposta na Avaliação Ambiental Estratégica do Programa Rodoanel e objetivando avaliar mais detalhadamente a possibilidade de eixos alternativos ao norte e ao sul do Parque Estadual da Cantareira, optou-se por efetuar a seleção das Macro-diretrizes Intermediária e Interna e o descarte da Macro-diretriz Externa.

O **Quadro 3.3.3.1.a** representa uma síntese dos aspectos considerados ao longo da presente análise qualitativa das Macro-diretrizes.

Quadro 3.3.3.1.a
Comparação final de Macro-diretrizes

Critério de Comparação	Macro-diretrizes de Traçado		
	Interna	Intermediária	Externa
Extensão linear das Macro-diretrizes			
Unidades de Conservação			
Fragilidade dos Terrenos			
Cobertura Vegetal Nativa			
Ocupação Urbana			
Recursos Hídricos e Área de Mananciais			

Legenda:

	Maior vantagem comparativa, menor nível de interferência
	Situação intermediária na comparação ou de equivalência entre Macro-diretrizes
	Menor vantagem, maior nível de interferência

Sobre as duas Macro-diretrizes selecionadas foram desenvolvidos estudos detalhados de alternativas de traçado (4ª etapa), o que possibilitou a identificação de um traçado preferencial ao longo da Macro-diretriz Intermediária e outro ao longo da Macro-diretriz Interna. Definidas as duas opções de traçado preferencial os mesmos foram devidamente comparados.

3.3.4
3ª ETAPA – Consulta e discussão com prefeituras e outras partes interessadas

Principalmente como parte da política de interlocução definida pela DERSA para o desenvolvimento dos projetos dos Trechos Sul, Leste e Norte do Rodoanel, mas também como uma das etapas de realização dos estudos de traçado, a DERSA, representada pela Diretoria de Engenharia, com a participação das áreas de relações institucionais, engenharia, meio ambiente entre outras; o Consórcio das empresas projetistas e o Consórcio JGP-PRIME, participaram de um amplo conjunto de reuniões visando a apresentação e discussão técnica dos estudos em desenvolvimento e a solicitação de informações relativas aos projetos e planos desenvolvidos pelos municípios, sugestões e eventuais interferências no espaço situado ao longo das Macro-diretrizes Interna e Intermediária.

A interlocução técnica foi mantida em reuniões com diferentes instituições intervenientes nesta etapa de estudos de engenharia e socioambientais para seleção de traçado do Trecho Norte, entre as quais as prefeituras de Arujá, Caieiras, Franco da Rocha, Mairiporã, Guarulhos e São Paulo; a Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA) e suas entidades vinculas como o Instituto Florestal, a Fundação Florestal; a Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo; a Empresa Brasileira de Infra-estrutura Aeroportuária (INFRAERO), Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e IBAMA. A pauta dessas reuniões foi de colher dados e subsídios para ser utilizados no desenvolvimento dos estudos, assim como apre4sentar os resultados parciais dos estudos de traçado.

Durante a elaboração do presente EIA foram realizadas consultas junto a todas as administrações dos municípios cujos territórios pudessem ser atravessados pelas duas Macro-diretrizes de traçado. A própria delimitação da AID adotada para os diagnósticos do meio físico, biótico e antrópico feito para o EIA incluiu nesta etapa como área de estudo o território dos corredores de busca de alternativas em ambas as macro-diretrizes.

A primeira rodada de consultas foi assim conduzida com apresentação das duas Macro diretrizes (Interna e Intermediária) com as várias alternativas em estudo. Nesse momento, a concepção geral do empreendimento e das etapas dos estudos ambientais e de engenharia foram apresentados pela DERSA em cada município, com apoio da equipe responsável pelo EIA, discutindo-se as alternativas e variantes de traçado possíveis e suas principais interferências e impactos sócio-ambientais, bem como identificando eventuais conflitos com planos e projetos municipais. Neste momento, foi feito um contato inicial com todas as prefeituras, onde foi estabelecido um canal técnico entre as equipes da administração municipal, DERSA e consultoria ambiental, com o objetivo de reunir subsídios à melhor caracterização da região de busca de alternativas de traçado.

A segunda rodada foi realizada após a seleção da alternativa preferencial. Nesse momento, as vantagens relativas da alternativa selecionada foram explicitadas, assim como a forma em que eventuais conflitos com planos e projetos municipais foram equacionados. Os motivos para o descarte de outras opções também foram objeto de discussão, em especial nos casos de opções que contavam com boa receptividade pelas administrações municipais.

As reuniões técnicas com os municípios da AID contaram com a participação de prefeitos e secretários de diferentes pastas, como Meio Ambiente, Obras, Transportes, Habitação, entre outras - além de técnicos das diversas áreas. No caso da prefeitura de São Paulo, a interlocução técnica englobou ainda reuniões com subprefeituras da zona norte da cidade.

O **Quadro 3.3.4.a** a seguir relaciona as principais reuniões realizadas.

Quadro 3.3.4.a
Reuniões realizadas durante a elaboração do EIA

Município / Entidade	Data
Prefeituras	
PM de Arujá	07/06/2010
PM de Caieiras	14/06/2010
PM de Mairiporã	14/06/2010
PM de Franco da Rocha	14/06/2010
PM de Guarulhos	18/06, 21/07, 03/08, 06/08 e 03/09/2010
PM de São Paulo – SVMA	12/07, 26/07, 05/08, 16/08 e 20/08/2010
PM de São Paulo – Secret. de Subprefeituras	12/07/2010
Subprefeitura Jaçanã/Tremembé	28/07/2010
Subprefeitura Santana/Tucuruvi	02/08/2010
Subprefeitura Casa Verde/Cachoeirinha	02/08/2010
Subprefeitura Pirituba	29/07/2010
Subprefeitura Perus	29/07/2010
Subprefeitura Freguesia do Ó/Brasilândia	30/07/2010
PM de São Paulo – SEHAB	09/08/2010
Infraero	07/06 e 16/08/2010
SABESP	15 e 21/07/2010
Instituto e Fundação Florestal	11/008/2010
Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo	19 e 26/08/2010

As informações e sugestões colhidas junto às instituições contatadas, assim como os dados fornecidos foram considerados tanto na formulação e seleção de alternativas ou diretrizes de traçado (4ª Etapa), como na otimização do traçado selecionado (5ª Etapa). Sempre que viável sob o aspecto econômico, técnico e ambiental, os estudos de alternativas de traçado buscaram minimizar as interferências identificadas com projetos municipais, principalmente das áreas de habitação e meio ambiente.

Nas Seções seguintes, relativas à seleção de alternativas de traçado e a otimização do traçado selecionado, são indicadas as adequações ou descarte de alternativas em função de demandas e projetos dos municípios consultados.

3.3.5
4ª ETAPA - Seleção da Diretriz Preferencial

Em conformidade com os procedimentos estabelecidos na metodologia dos estudos locacionais (Seção 3.3.1), a 4ª etapa, desenvolvida na presente seção, tem por base a identificação e avaliação comparativa das alternativas ou diretrizes de traçado identificadas ao longo das Macro-diretrizes Interna e Intermediária, ambas selecionadas na 2ª fase, conforme consta na Seção 3.3.3.

Dentro dos limites espaciais definidos pelas macro-diretrizes ou faixas de busca, foram formulados eixos ou alternativas de traçado. Tal procedimento foi apoiado nos resultados do Diagnóstico Ambiental da Área de Influência Direta (AID), que se encontra consolidado na Seção 5.3 (Volumes III e IV). Os levantamentos produzidos durante a elaboração do EIA permitiram a identificação de um importante conjunto de restrições ambientais que, somadas às utilizadas na 2ª fase, permitiram a composição de uma base geográfica na qual se encontram espacializadas os condicionantes ambientais de traçado.

Complementarmente, foram analisadas imagens aerofotogramétricas e orbitais, bem como realizadas inspeções aéreas e por terra ao longo das duas Macro-diretrizes selecionadas. Foram também considerados como referência eixos alternativos estudados desde o início da década de 1990. Algumas dessas alternativas são atualmente inviáveis e foram descartadas, sobretudo em decorrência da expansão da urbanização no setor norte da Região Metropolitana de São Paulo.

Nas seções a seguir são descritas e comparadas as alternativas de traçado.

3.3.5.1
Aspectos Gerais

Aspecto fundamental dos estudos locacionais de estruturas lineares é a seleção dos pontos de passagem.

Os únicos pontos obrigatórios de passagem para o Trecho Norte são o final do Trecho Oeste, já interligado à Avenida Raimundo Pereira de Magalhães, considerado no presente estudo como o "Ponto Inicial", e o final do Trecho Leste (em projeto), junto à Rodovia Presidente Dutra, considerado o "Ponto Final" do Trecho Norte. Necessariamente, qualquer alternativa para o Trecho Norte do Rodoanel, independentemente da Macro-diretriz, deve ter como referência de "saída" e "chegada" esses dois locais.

Entre o Ponto Inicial e o Ponto Final, ao longo das duas Macro-diretrizes selecionadas, as restrições ambientais que condicionam a formulação de alternativas de traçado se distribuem de modo diverso, com algumas zonas ou setores mais restritivos do que outros.

Nessas zonas consideradas de maior restrição, muitas das vezes se verifica uma sobreposição de restrições ambientais, ou ainda situações de grande proximidade física entre diferentes tipos de condicionantes com os quais objetiva-se evitar sobreposição ou cruzamento.

Cada um desses espaços foi objeto de levantamento extensivo, que contou inclusive com a realização de sobrevôos de helicóptero que, em conjunto com os demais estudos realizados, possibilitaram a seleção de Pontos de Passagem. Em síntese, considerando o elevado nível de restrição ambiental, esses Pontos de Passagem são os melhores locais para o posicionamento de eixos de alternativos.

As zonas de maior restrição ao longo das duas Macro-diretrizes são listadas a seguir e representadas na **Figura 3.3.5.1.a**, que mostra também as opções de passagem identificadas.

Macro-diretriz Interna:

- Mineração / Parada de Taipas / Serra da Cantareira
- Serra e Parque da Cantareira / Vila Brasilândia
- Serra e Parque da Cantareira / Parque Aberto Loefgren / SABESP
- Serra e Parque da Cantareira / Aterro Sanitário Vila Albertina
- Avenida Sezefredo Fagundes / Rodovia Fernão Dias
- Cabuçu – Bairros ao norte do Aeroporto de Guarulhos
- Urbanização Estrada de Nazaré
- Estrada da Parteira / Mineração / Bairro Bom Sucesso em Guarulhos

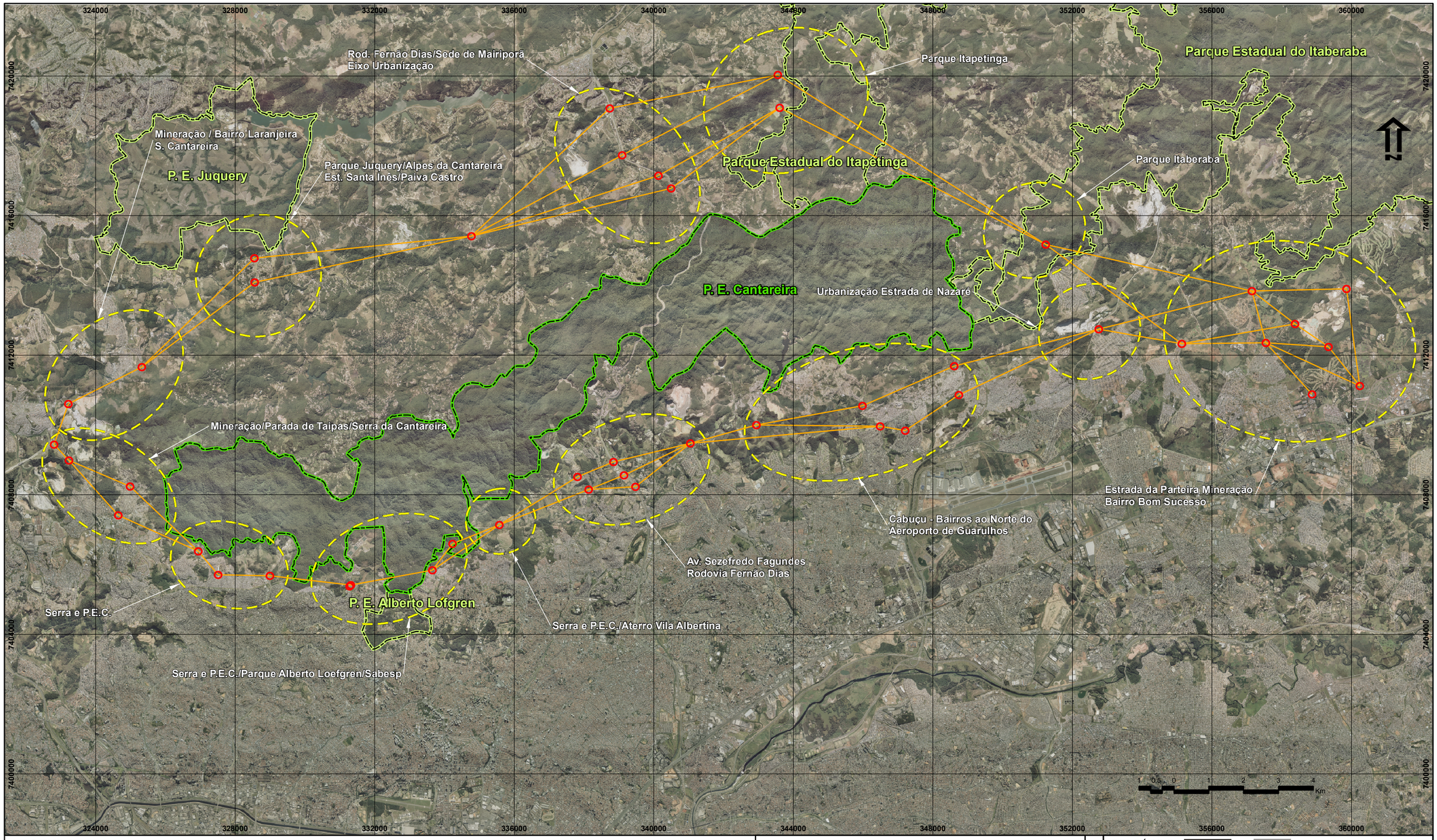
Macro-diretriz Intermediária:

- Mineração / Bairro Laranjeiras / Serra da Cantareira
- Parque Estadual do Juquery / Condomínio Alpes da Cantareira / Estrada de Santa Inês / Reservatório Paiva Castro
- Rodovia Fernão Dias / Sede de Mairiporã e eixo de urbanização
- Parque Estadual Itapetinga
- Parque Estadual Itaberaba
- Estrada da Parteira / Mineração / Bairro Bom Sucesso em Guarulhos

Todos esses locais foram estudados detalhadamente, objetivando identificar o nível de restrições e evidentemente as possibilidades de travessia. A partir da identificação de todos os Pontos de Passagem, considerando a espacialização das restrições ambientais, os pontos foram interligados por eixos de alternativas de traçado.

As maiores restrições ocorrem entre a área de urbanização contínua e o Parque Estadual da Cantareira e a serra correspondente, ou seja, ao longo da Macro-diretriz Interna, que na prática apresenta em alguns setores um estreito corredor onde as restrições e condicionantes ambientais ao traçado são menos significativos. Além da ocupação urbana e do Parque, outros importantes condicionantes ambientais ao traçado são o relevo de grande amplitude e a cobertura vegetal nas encostas (fora do Parque).

Ao longo da Macro-diretriz Intermediária as zonas com efetiva restrição ao desenvolvimento de alternativas são em menor número, porém também associadas à urbanização em setores de Caieiras e Mairiporã, inclusive na travessia da Rodovia Fernão Dias, e travessias de duas unidades de conservação de proteção integral, caso dos Parques Estadual Itapetinga e Itaberaba.



LEGENDA

- Pontos de Passagem
- Interpolação
- Zonas de Maior Restrição
- Parques
- Parque Estadual da Cantareira

Base: BASE Aerofotogrametria e Projetos S.A. - Ortofoto Escala 1:30.000
Maio a Outubro / 2007

S/ ESCALA	DES. Nº: Figura3351a_Zonas_Rest_Pto_Pass
DATA: 08/09/2010	REV: Ø

CONSÓRCIO: JGP PRIME Engenharia

Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A. — RODOANEL MARIO COVAS TRECHO NORTE

FIGURA 3.3.5.1.a:

ZONAS DE MAIOR RESTRIÇÃO E PONTOS DE PASSAGEM

No caso da Macro-diretriz Interna é oportuno registrar ainda o desenvolvimento do projeto Bordas da Cantareira por parte da Secretaria do Verde e Meio Ambiente do município de São Paulo. Através desse projeto objetiva-se implantar áreas verdes contínuas ao Parque da Serra da Cantareira, que devem servir, segundo informações da Prefeitura de São Paulo, não só como "barreira" entre esta unidade de conservação e a área urbana, mas também como equipamentos públicos de lazer. São ao todo dez parques, alguns deles lineares, dos quais três contam com decreto de criação já publicado (Parques Bananal-Canivete, Itaguaçu e Bispo).

Identificados o conjunto de pontos de passagem, o passo seguinte na formulação das alternativas de traçado ocorreu através da avaliação sistemática das possibilidades de ligação entre os mesmos (interpolação). Esquematicamente, o procedimento de interpolação executado durante a formulação das Alternativas de Traçado é representado na Figura 3.3.5.1.a.

A premissa básica do procedimento de formulação de alternativas de traçado foi a de, sempre que possível, evitar interferências dos eixos com os condicionantes ambientais mapeados e definidos na Seção 3.3.1. Evidentemente, tratando-se de estrutura linear prevista em um espaço geográfico complexo, como é o setor norte da RMSP, não é possível eliminar todas as interferências indesejáveis e ainda garantir o pleno cumprimento de padrões geométricos de traçado. Todavia, como demonstrado ao longo da presente seção, é possível minimizar interferências e por extensão os impactos ambientais decorrentes, cabendo à análise multicriterial nortear a tomada de decisão por um ou outro traçado.

O resultado final da formulação de alternativas de traçado está consolidado na Seção 3.3.5.2.

Os procedimentos e nível de detalhamento dos estudos foram igualmente desenvolvidos para as alternativas das duas Macro-diretrizes selecionadas na 2ª Etapa.

Tanto para as alternativas dentro da Macro-diretriz Interna como da Intermediária, a análise e descrição das alternativas encontra-se estruturada segundo quatro subtrechos. Conforme já registrado, dentro da cada subtrecho foram identificados diferentes opções de passagem em zonas com elevado nível de restrição ambiental associadas a fatores diversos, como a cobertura vegetal de porte florestal, o relevo e a ocupação urbana adensada. Os subtrechos definidos são os seguintes:

Macro-diretriz Interna

- Subtrecho 1 – Trecho Oeste do Rodoanel à Avenida Inajar de Souza
- Subtrecho 2 – Avenida Inajar de Souza à Santa Maria/Vila Albertina
- Subtrecho 3 – Santa Maria/Vila Albertina à Estrada Guarulhos-Nazaré Paulista
- Subtrecho 4 – Estrada Guarulhos-Nazaré Paulista ao Trecho Leste do Rodoanel/Via Dutra

Macro-diretriz Externa

- Subtrecho 1 – Trecho Oeste do Rodoanel à Estreada da Roseira
- Subtrecho 2 – Estrada da Roseira à Estrada Guarulhos-Mairiporã
- Subtrecho 3 – Estrada Guarulhos-Mairiporã à Estrada Guarulhos-Nazaré Paulista

- Subtrecho 4 – Estrada Guarulhos-Nazaré Paulista ao Trecho Leste do Rodoanel/Via Dutra

Em cada subtrecho foram traçados diferentes opções de eixos, denominados “Trechos” ou “Variantes”. As alternativas de cada subtrecho são diferentes composições ou combinações desses Trechos ou variantes.

Para todos os trechos e variantes foram incorporados pelas empresas projetistas os condicionantes de geometria horizontal e vertical definidos para o Rodoanel.

A análise comparativa é desenvolvida a seguir, tendo como seqüência as alternativas da Macro-diretriz Interna e da Macro-diretriz Intermediária.

3.3.5.2
Descrição e Seleção de Alternativas de Traçado

Com base na compartimentação do traçado definida na seção anterior, desenvolve-se a seguir a descrição geral e seleção das alternativas de traçado segundo cada um dos subtrechos definidos.

Os aspectos gerais e interferências dos traçados podem ser observados no **Mapa Síntese de Restrições (Figura 3.3.5.2.a)**, apresentado nesta seção. A **Figura 3.3.5.2.b** representa os traçados sobre imagem aérea.

As informações relativas aos aspectos de engenharia das alternativas, que incluem os quantitativos de terraplenagem foram fornecidas pelo Consórcio Engevix-Planservi, contratado pela DERSA para elaboração do projeto de engenharia. No **Anexo 13 – Volume XI** são apresentados os perfis dos trechos e variantes estudados.

O quantitativo de interferências sobre condicionantes como a cobertura vegetal e áreas urbanas foi produzido a partir dos mapeamentos de vegetação e uso do solo apresentados no Diagnóstico Ambiental da AID.

Já as interferências ou impactos associados à população foram quantificados a partir de dados populacionais disponíveis, tendo como base a base cartográfica de setores censitários do IBGE. Em cada setor foi considerada a projeção populacional efetuada pela Fundação SEADE para o ano 2010. Com apoio de Sistema de Informações Geográficas foram calculadas densidades populacionais para cada setor. Na seqüência foi lançada a projeção dos traçados com a faixa de domínio padrão de 130 metros, o que permitiu estimar a população afetada por cada eixo proposto.

A partir das principais informações dos eixos, foram produzidos Índices de Comparação (IC), que permitem a rápida comparação das opções de alternativas. Na definição dos índices o valor 1,0 foi atribuído à Alternativa com menor interferência sobre determinado condicionante, de modo que os valores obtidos para as demais alternativas são indicativos de proporcionalidade em relação ao menor valor.

O produto final da análise é a seleção de um traçado preferencial ao longo da Macro-diretriz Interna e outro dentro da Macro-diretriz Intermediária. A escolha desses dois traçados subsidiou a comparação final desenvolvida na 5ª Etapa dos estudos, que englobou ainda a otimização ambiental dos dois traçados preferenciais, com conseqüente

Subtrecho 1

Subtrecho 2

Subtrecho 3

Franco da Rocha

Caieiras

Cajamar

Reservatório Paiva Castro – Mairiporã/SP

Reservatório Águas Claras – Mairiporã/SP

Mairiporã

Guarulhos

São Paulo

P. E. Juquery

P. E. Cantareira

P. E. Alberto Löfgren

P. E. Jaraguá

Parque Estadual do Ikapetinga

TRECHO 1-N-1 / TRECHO 1N
TRECHO 1-N-2 / TRECHO 2S
TRECHO 1-N-3 / TRECHO 3S
TRECHO 1-N-4 / TRECHO 4S
TRECHO 1-N-5 / TRECHO 5
TRECHO 1-N-6 / TRECHO 6S
TRECHO 1-S-1 / TRECHO 1I
TRECHO 1-S-2 / TRECHO 2I
TRECHO 2-N-1 / TRECHO 1
TRECHO 2-N-2 / TRECHO 3S
TRECHO 2-N-3 / TRECHO 4
TRECHO 2-S-1 / TRECHO 1
TRECHO 2-S-2 / TRECHO 3I
TRECHO 3-S-1 / TRECHO 1
TRECHO 3-S-2 / TRECHO 2
TRECHO 3-S-3 / TRECHO 4

VARIANTE 1-N-1 / VARIANTE 91O
VARIANTE 1-N-2 / VARIANTE 92
VARIANTE 1-N-3 / VARIANTE 93
VARIANTE 1-S-1 / VARIANTE 1I
VARIANTE 1-S-2 / VARIANTE 2I
VARIANTE 1-S-3A / VARIANTE 3I
VARIANTE 1-S-3B / VARIANTE 3I2
VARIANTE 1-S-3C / VARIANTE 3I3
VARIANTE 2-N-1 / VARIANTE S1
VARIANTE 2-N-2 / VARIANTE S2
VARIANTE 2-N-3 / VARIANTE S5
VARIANTE 2-N-4 / VARIANTE S4
VARIANTE 2-N-5 / VARIANTE S3
VARIANTE 2-S-1 / VARIANTE 1I
VARIANTE 2-S-1A / VARIANTE 2I
VARIANTE 2-S-1B / VARIANTE 2I2
VARIANTE 3-S-1 / VARIANTE I5
VARIANTE 3-S-2 / VARIANTE I9
VARIANTE 3-S-3 / VARIANTE I6

Escala 1:25.000
1 cm = 250 m
Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 23S
Datum Córrego Alegre

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

MARLON ROGÉRIO ROCHA
GEÓGRAFO - CREA 5061556731

FONTE: Estudos de Alternativas da DERSA/SP.
BASE: EMPLASA/SCM Escala Original 1:10.000 - Folhas, 3431, 3433, 3434, 3441, 3442, 3444, 4431, 4432, 4433, 4441.
Data:18/08/2010 | Des.: Folha_AID.mxd

CONSÓRCIO: JGP / PRIME Engenharia

Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A. | RODOANEL MÁRIO COVAS TRECHO NORTE

Figura 3.3.5.2.a:

MAPA SÍNTESE DE RESTRIÇÕES E ALTERNATIVAS DE TRAÇADO

FL 0102

LEGENDA

- Limite da Área de Influência Direta (AID)
- UCs de Proteção Integral - P.E. Cantareira
- Unidades de Conservação de Proteção Integral
- Hidrografia
- Arruamento e Estradas
- Rios, Lagos e Represas
- Limite dos Municípios
- Pontos de Passagem
- TRECHO XX — Denominação EIA
- TRECHO XX — Denominação Projetista

RESTRIÇÕES AMBIENTAIS (COBERTURA VEGETAL)

- Formações Florestais em Estágio Inical a Médio de Regeneração
- Formações Florestais em Estágio Médio a Avançado de Regeneração

RESTRIÇÕES AMBIENTAIS (USO DO SOLO)

- Equipamento
- Mineração
- Aterro Sanitário
- Ocupação Subnormal
- Área Urbanizada Consolidada/Área em Consolidação
- Industria e Comércio
- Áreas de Projetos Habitacionais em Guarulhos

UNIDADES DE TERRENOS

- Contato entre as Unidades de Terrenos
- C - Colinosos
- MMH - Amorreados Montanhosos
- Mt - Amorreados Baixos
- Pf - Planicie Fluvial (ou Várzea)

UNIDADES DE TERRENOS DO PARQUE DA CANTAREIRA

- Contato entre as Unidades de Terrenos
- CpMt - Colina pequena e Morrote
- MMH - Morros e Montanhas
- Mt - Morrotes
- MtM - Morrotes e Morros
- Mtp - Morrotes paralelos
- Pf - Planicie fluvial

Subtrecho 2

Subtrecho 3

Subtrecho 4

Parque Estadual do Itapetinga

P. E. Cantareira

Parque Nat Mun da Cult Negra-Sítio da Candinha

Parque Estadual do Itaberaba

Mairiporã

Guarulhos

Santa Isabel

Arujá

Itaquaquecetuba

São Paulo

VARIANTE 2-N-4
VARIANTE S6

TRECHO 2-N-4
TRECHO 10S

VARIANTE 2-N-3
VARIANTE S5

TRECHO 2-N-5
TRECHO 11S

VARIANTE 2-N-4
VARIANTE S7

VARIANTE 2-N-5
VARIANTE S3

VARIANTE 2-N-2
VARIANTE S4

VARIANTE 2-N-4
VARIANTE S7

TRECHO 3-N-1
TRECHO 12S

VARIANTE 4-N-1
VARIANTE S8

TRECHO 4-N-1
TRECHO 13S

VARIANTE 4-S-3

TRECHO 4-N-2
TRECHO 14S

VARIANTE 4-N-2
VARIANTE I4

VARIANTE 4-S-1
VARIANTE I3

TRECHO 4-S-1
TRECHO 9I

TRECHO 4-S-2
TRECHO 10I

VARIANTE 4-S-3
VARIANTE I2

TRECHO 4-S-3
TRECHO 11I

VARIANTE 4-S-2
VARIANTE I8

TRECHO 4-S-4
TRECHO 12I

VARIANTE 3-S-6
VARIANTE I10

TRECHO 3-S-5
TRECHO 8I

VARIANTE 3-S-7

VARIANTE 3-S-5
VARIANTE I12

VARIANTE 3-S-4
VARIANTE I11

VARIANTE 3-S-2
VARIANTE I9

TRECHO 3-S-4
TRECHO 7I

TRECHO 3-S-3
TRECHO 6I

VARIANTE 3-S-6

VARIANTE 3-S-3
VARIANTE I5

VARIANTE 3-S-3
VARIANTE I6

ALTERNATIVA 1

ALTERNATIVA 2

ALTERNATIVA 3

ALTERNATIVA 4

ALTERNATIVA 5

ALTERNATIVA 6

Reservatório Cabuçu - Guarulhos/SP

AEROPORTO INTERNACIONAL GOV. ANDRE FRANCO MONTORO

Escala 1:25.000

1 cm = 250 m

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 23S
Datum Córrego Alegre

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

1 2

MARLON ROGÉRIO ROCHA

GEÓGRAFO - CREA 5061556731

FONTE: Estudos de Alternativas da DERSA/SP.
BASE: EMPLASA/SCM Escala Original 1:10.000 - Folhas, 3431, 3433, 3434, 3441, 3442, 3444, 4431, 4432, 4433, 4441.

Data:18/08/2010 | Des.:Folha_AID.mxd

CONSÓRCIO: JGP PRIME Engenharia

Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A. | RODOANEL MÁRIO COVAS TRECHO NORTE

Figura 3.3.5.2.a:

MAPA SÍNTESE DE RESTRIÇÕES E ALTERNATIVAS DE TRAÇADO

FL 02/02

LEGENDA

- Limite da Área de Influência Direta (AID)
- UCs de Proteção Integral - P.E. Cantareira
- Unidades de Conservação de Proteção Integral
- Hidrografia
- Arruamento e Estradas
- Rios, Lagos e Represas
- Limite dos Municípios
- Pontos de Passagem
- TRECHO XX — Denominação EIA
- TRECHO XX — Denominação Projetista

RESTRIÇÕES AMBIENTAIS (COBERTURA VEGETAL)

- *Formações Florestais em Estágio Inical a Médio de Regeneração*
- *Formações Florestais em Estágio Médio a Avançado de Regeneração*

RESTRIÇÕES AMBIENTAIS (USO DO SOLO)

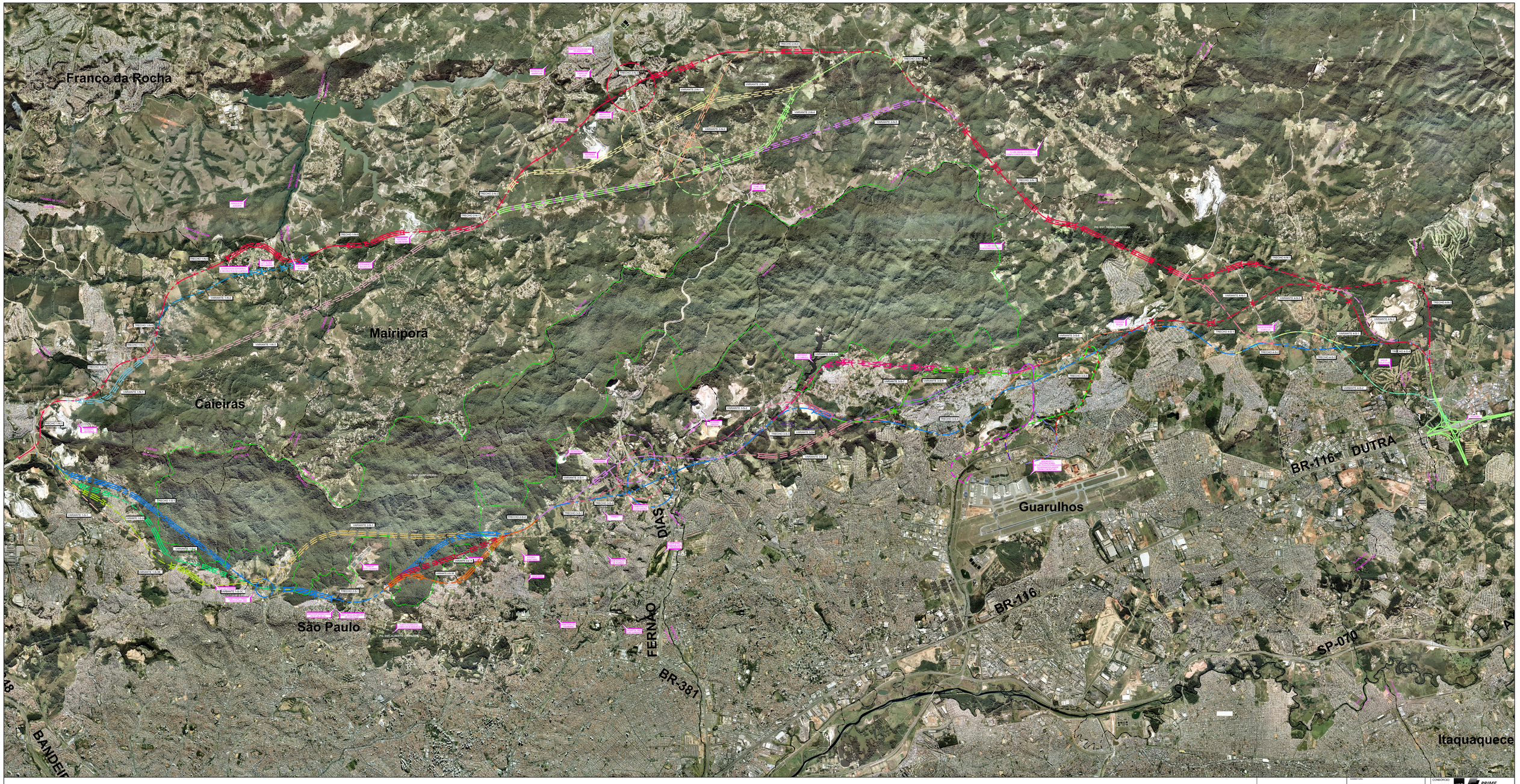
- *Equipamento*
- *Mineração*
- *Aterro Sanitário*
- *Ocupação Subnormal*
- *Área Urbanizada Consolidada/Área em Consolidação*
- *Industria e Comércio*
- *Áreas de Projetos Habitacionais em Guarulhos*

UNIDADES DE TERRENOS

- *Contato entre as Unidades de Terrenos*
- *C - Colinosos*
- *MMH - Amorreados Montanhosos*
- *Mt - Amorreados Baixos*
- *Pf - Planicie Fluvial (ou Várzea)*

UNIDADES DE TERRENOS DO PARQUE DA CANTAREIRA

- *Contato entre as Unidades de Terrenos*
- *CpMt - Colina pequena e Morrote*
- *MMH - Morros e Montanhas*
- *Mt - Morrotes*
- *MtM - Morrotes e Morros*
- *Mtp - Morrotes paralelos*
- *Pf - Planicie fluvial*



CONSÓRCIO:

Concer
Desenvolvimento Rodoviário S.A.

TRECHO NORTE

Plano 13.0.2.h

ALTERNATIVAS DE TRAÇADO

redução de interferências, além da avaliação de sugestões e demandas de técnicos das prefeituras e de outras instituições consultadas.

Os segmentos que mediante composição formam as Alternativas são denominados Trechos (T) ou Variantes (V).

Alternativas da Macro-diretriz Interna

Subtrecho 1S – Trecho Oeste do Rodoanel à Avenida Inajar de Souza

Integralmente situado no município de São Paulo, trata-se de subtrecho caracterizado por um conjunto diverso de condicionantes, entre os quais as áreas de mineração atividade junto ao Ponto Inicial (conexão com o Trecho Oeste), o Parque Estadual da Serra da Cantareira e borda da área de urbanização contínua do município de São Paulo, no trecho formada por bairros e assentamentos sub-normais como Parada de Taipas, Jardim Harmonia, Jardim Damasceno, Jardim Paraná e Jardim Vista Alegre.

O relevo é formado por terrenos amorreados, de encostas de alta declividade e com amplitudes que chegam a 200 metros. Esse relevo limita significativamente o desenvolvimento de eixos em superfície, condicionando o desenho de alternativa com segmentos em túnel.

Entre a área urbana consolidada e os limites do Parque Estadual da Cantareira há restritos espaços não urbanizados, ocupados por chácaras, vegetação florestal ou vegetação herbácea. Todavia, esses espaços não urbanizados integram áreas do projeto Bordas da Cantareira, relativo a implantação de parques urbanos pela Prefeitura de São Paulo. No Subtrecho 1 estão situadas as áreas destinadas aos parques Parada de Taipas, Bananal-Canivete e Bananal-Itaguaçu.

Nas reuniões técnicas realizadas com Secretaria do Verde e Meio Ambiente, a sobreposição da Macro-diretriz Interna sobre os parques em fase de planejamento foi amplamente discutida. Os eixos identificados (Trechos ou Variantes) foram desenvolvidos considerando a perspectiva real de implantação destes equipamentos. Todavia, em função do relevo desfavorável e de outras interferências, sobretudo ligadas ao Parque Estadual da Serra da Cantareira e às áreas de ocupação urbana consolidada, a sobreposição dos eixos alternativos com os espaços dos parques foi inevitável. Tal situação ocorreu também nos demais subtrechos da Macro-diretriz Interna no município de São Paulo.

Outro importante aspecto a ser considerado na configuração dos eixos alternativos no Subtrecho 1S é a conexão com a Avenida Inajar de Souza. A interligação do Trecho Norte do Rodoanel com esta via foi considerada inicialmente em estudos de traçado da década de 1990 e, mais recentemente, na Avaliação Ambiental Estratégica do Programa Rodoanel (DERSA/FESPSP, 2004), que recomendou para o EIA o estudo da viabilidade desse acesso, considerado estratégico pela Prefeitura de São Paulo. Assim, para todas as alternativas nesse trecho foi considerado posicionamento que possibilite uma eventual interligação com a citada avenida.

As opções de passagem são consideravelmente restringidas pelo conjunto de condicionantes e restrições existentes e representadas na Figura 3.3.5.2.a.

Considerando a combinação potencial de trechos e variantes foram formuladas **4 Alternativas**, denominadas **1S1, 1S2, 1S3 e 1S4**.

As **Tabelas 3.3.5.2.a** e **3.3.5.2.b**, para fins de comparação, consolidam dados relativos à intensidade das atividades de terraplenagem (quantitativos de movimentação de terra) e às interferências sobre cobertura vegetal e usos do solo.
A **Alternativa 1S1** se desenvolve exclusivamente pelo Trecho 1S1. Trata-se de opção de traçado com extensão total de 8,1 km, dos quais 5 km são previstos em um único túnel sob o Parque Estadual da Cantareira. A sobreposição com áreas de cobertura vegetal nativa ocorre em apenas 0,25 km (IC = 1,0), sendo a alternativa de menor interferência.

Por outro lado, a longa extensão do túnel previsto nesta opção, embora evite interferências diretas no Parque Estadual e sobre a vegetação, acaba se constituindo um fator desfavorável sob o aspecto construtivo e da geração de impactos ambientais adicionais, incrementando o chamado *footprint* em extensa área fora da faixa de domínio.

Sob o aspecto construtivo haveria necessidade de abertura de outro túnel objetivando a viabilização de frentes de serviço adicionais. Apesar de não interferir diretamente com a vegetação do parque ao longo do eixo, em razão da extensão do túnel há necessidade de implantação de estruturas do sistema de ventilação, como *shafts*. Conforme o caso, esse tipo de estrutura deverá ser implantado no interior da Unidade de Conservação, o que resultaria em impactos diretos de alta intensidade decorrentes da abertura de acessos e caminhos de serviço no interior do parque para a escavação e retirada de material.

Estima-se um total de 913 famílias afetadas pela diretriz em regiões ocupadas nas encostas de morros junto ao limite do parque (IC = 2,3). O elevado impacto sobre área urbana, como ilustra o contingente populacional afetado, se deve ao desenvolvimento de parte da Alternativa sobre áreas da comunidade de Parada de Taipas (assentamento subnormal).

Quanto à intensidade da movimentação de terra, o volume total é superior a 4,6 milhões de m^3, sendo a de menor volume no subtrecho (IC = 1,0). Contudo, o balanço de materiais indica nesse trecho um volume excedente de 2.226.757 m^3 (IC = 4,3). Considerando a extensão do trecho a indisponibilidade de espaços significativos para bota-fora, tal volume constitui também fator desfavorável à seleção desta opção de traçado. Considerando uma configuração de bota-foras com altura média de 8 metros, o volume de material excedente da Alternativa 1S1 resultaria na ocupação de área fora da faixa de domínio de 278.344 m^2, o que desfavorece a seleção da Alternativa 1S1.

A **Alternativa 1S2** é composta pela Variante 1S2. Com 8,3 km de extensão trata-se de opção de traçado composta por uma sucessão de trechos em corte e aterro e túneis. A extensão total dos 3 túneis é de 2.550 metros. A previsão de mais de um túnel permite melhor planejamento e execução das obras com possibilidade de maior número de frentes de escavação. O menor comprimento dos túneis simplifica também o sistema de ventilação, eliminando a necessidade de janelas intermediárias.

As atividades de terraplenagem envolvem a movimentação de volume superior 5,5 milhões de m^3 (IC = 1,2). O balanceamento pode ser considerado bom, com volume excedente de 520.665 m^3 (IC = 1,0), sendo a melhor alternativa sob esse aspecto. Para fins comparativos, esse volume, considerando uma configuração de bota-foras com 8

metros de altura, resultaria em uma área afetada fora da faixa de domínio de 65.083 m^2, consideravelmente menor que a estimada na Alternativa 1S1.

As interferências diretas com áreas urbanizadas resultam em impactos sobre 388 famílias (IC = 1,0) sendo a grande maioria residente em assentamentos subnormais na região de Parada de Taipas. A sobreposição com áreas de cobertura vegetal nativa ocorre em 1,2 km (IC = 4,7).

A **Alternativa 1S3** é produto da composição seqüencial da Variante 1S3A, da Variante 1S3B e da Variante 1S3C, resultando em extensão total de 8,1 quilômetros, dos quais 1,2 km em túnel.

Atravessando uma sucessão de morros e vales é a alternativa com maior movimentação de terra, totalizando 7,18 milhões de m^3 (IC = 1,6), além de ter o pior balanceamento, com geração de 2.752.000 m^3 (IC = 5,3) de material excedente, superando a Alternativa 1S1 (IC = 4,3). Adotando o mesmo parâmetro para estimativa de *footprint* em áreas externas utilizado anteriormente, chega-se a uma área de 344.000 m^3.

As interferências com áreas urbanas são de 2,9 quilômetros (IC = 8,5) distribuídos na região de Parada de Taipas e Vila Brasilândia, afetando 1.201 famílias (IC = 8,5), de acordo com a estimativa efetuada, sendo a opção de traçado no trecho com maior impacto sobre a população de assentamentos subnormais.

Sobre a cobertura vegetal nativa, as interferências lineares ocorrem em 1,3 km (IC = 5,2)

A **Alternativa 1S4** decorre da junção das Variantes 1S1, 1S3B e 1S3C, tendo extensão total de 8,1 quilômetros, dos quais 0,9 em túnel. Trata-se da combinação de segmentos posicionada mais ao sul, com interferências também significativas com áreas urbanas e com grande necessidade de transferência de população, assim como previsto na alternativa anterior. Estima-se um total de 1.090 famílias diretamente afetadas ao longo de 2,7 km de interferência com ocupação urbana (IC = 8,1) entre Parada de Taipas e Vila Brasilândia.

Sob o aspecto da intensidade de movimentação de terra apresenta volumes superiores 6,5 milhões de m^3 (IC = 1,5), atravessando também uma seqüência de morros e vales com amplitudes da ordem de 100 metros.. O balanceamento resulta em volume excedente de 2,5 milhões de m^3 (IC = 4,9), indicando que na comparação com algumas das alternativas, é desfavorável quanto à movimentação de terra e balanceamento de materiais. Em relação à cobertura vegetal tem percurso de 1,8 quilômetros (IC = 7,0).

As informações e considerações apresentadas indicam que os percursos das alternativas sobre a cobertura vegetal são consideravelmente inferiores na Alternativa 1S1, cujo desenvolvimento se dá predominantemente em um túnel de 5 quilômetros. Porém, trata-se de opção de traçado que necessariamente, na hipótese de sua seleção e execução, demandaria intervenções adicionais (obras como túneis auxiliares e *shafts*) no interior do Parque Estadual da Cantareira. Tais interferências a tornam bastante desfavorável em relação a outras alternativas que evitam quaisquer interferências no PEC.

As outras três alternativas apresentam maior semelhança quanto a sua configuração, com alternância de trechos túnel e em corte e aterro. Todavia, considerando o balanço geral das interferências verificadas, notadamente sobre a população residente, além dos

aspectos associados à intensidade da movimentação de terra e da geração de material excedente, pode-se afirmar que a Alternativa 1S2 (integralmente formada pela Variante 1S2) é que a mais se destaca positivamente na comparação.

Como registrado, a Alternativa 1S2 é que apresenta melhor balanceamento de materiais, ou seja, menor geração de volumes de terra excedente (IC = 1,0). A indisponibilidade de áreas adequadas ao depósito do material excedente no trecho é aspecto que deve ser considerado, o que condiciona a retirada do material excedente pelo deficiente sistema viário local de Parada de Taipas, Vila Brasilândia e outros bairros da Zona Norte densamente ocupados. Tal aspecto ressalta a importância da seleção de alternativa com melhor balanceamento de materiais por trecho.

Considerando tais aspectos, conclui-se pela seleção da **Alternativa 1S2 (Variante 1S2)**.

Em relação aos parques em criação pela prefeitura de São Paulo, embora apresente sobreposição com os espaços do projeto Bordas da Cantareira, os setores com as quais a Alternativa 1S2 se sobrepõe são os mais alterados ou antropizados, conforme verificado nos próprios estudos de zoneamento feitos pela Prefeitura de São Paulo para os parques.

De qualquer forma, na 5ª etapa, relativa a otimização das alternativas selecionadas e seleção final do traçado, foram efetuados ajustes em atendimento às sugestões de técnicos da Secretaria do Verde e Meio Ambiente de São Paulo.

As **Tabelas 3.3.5.2.a** e **3.3.5.2.b** apresentam as informações quantitativas citadas.

O **Registro Fotográfico** apresentado no final do **Capítulo 3.0** ilustra as características principais do Subtrecho e das suas alternativas.

Tabela 3.3.5.2.a
Quantitativo de terraplenagem – SUBTRECHO 1S – Macro-diretriz Interna

	Alternativas	(T) Trechos e (V) Variantes	Estaca		Extensão	Terraplenagem					Túneis				(Σ) Intensidade Mov. Terra Terrapl. + Túnel	IC Intensidade Mov. Terra	Balanço (m³)			(Σ) Bota fora (m³)	IC Mat. Excedente
						Escavação (m³)			Aterro (m³)		Extensão	Escavação (m³)					Emprést.	Bota-fora			
			INICIAL	FINAL	(m)	1ª	2ª	3ª	Geom.	(+10%)	(m)	1ª	2ª	3ª				1ª / 2ª	3ª		
SUBTRECHO 1-S	1-S-1	T 1-S-1	11.000	11.407	8.145	627.673	241.357	96.757	1.365.780	1.502.358	5.000	0	0	2.130.000	4.461.567			0	2.226.757		
		TOTAL			**8.145**	**627.673**	**241.357**	**96.757**	**1.365.780**	**1.502.358**	**5.000**	**0**	**0**	**2.130.000**	**4.461.567**	**1,0**			**2.226.757**	**2.226.757**	**4,3**
	1-S-2	V 1-S-2	11.000	11.417	8.340	2.006.243	742.003	412.347	2.399.935	2.639.929	2.550				5.560.528			108.318	412.347		
		TOTAL			**8.340**	**2.006.243**	**742.003**	**412.347**	**2.399.935**	**2.639.929**	**2.550**	**0**	**0**	**0**	**5.560.528**	**1,2**		**108.318**	**412.347**	**520.665**	**1,0**
	1-S-3	V 1-S-3A	11.000	11.225	4.500	1.927.352	682.362	0	1.371.337	1.508.471	650	0	0	276.900	4.257.951			1.101.243	276.900		
		V 1-S-3B	11.225	11.340	2.300	795.964	492.114	0	176.070	193.677	580	172.956	74.124	0	1.711.228			1.341.481	0		
		V 1-S-3C	11.340	11.407	1.345	463.895	191.393	0	566.275	622.903	0	0	0	0	1.221.563			32.386	0		
		TOTAL			**8.145**	**3.187.211**	**1.365.869**	**0**	**2.113.682**	**2.325.050**	**1.230**	**172.956**	**74.124**	**276.900**	**7.190.742**	**1,6**		**2.475.110**	**276.900**	**2.752.010**	**5,3**
	1-S-4	V 1-S-1	11.000	11.223	4.473	1.626.510	507.636	151.180	1.141.881	1.256.069	330	98.406	28.116	14.058	3.567.787			1.004.599	165.238		
		V 1-S-3B	11.225	11.340	2.300	795.964	492.114	0	176.070	193.677	580	172.956	74.124	0	1.711.228			1.341.481	0		
		V 1-S-3C	11.340	11.407	1.345	463.895	191.393	0	566.275	622.903	0	0	0	0	1.221.563						
		TOTAL			**8.118**	**2.886.369**	**1.191.143**	**151.180**	**1.884.226**	**2.072.649**	**910**	**271.362**	**102.240**	**14.058**	**6.500.578**	**1,5**		**2.378.465**	**165.238**	**2.543.703**	**4,9**

Fonte: Consórcio Engevix-Planservi.

Tabela 3.3.5.2.b
Interferências com Cobertura Vegetal, Áreas Urbanas e População – SUBTRECHO 1S – Macro-diretriz Interna

	Alternativas	(T) Trechos e (V) Variantes	Estaca		Extensão	Cobertura Vegetal (em metros lineares)	IC Vegetação	População		IC Interferências População	Segmentação de Áreas Urbanas (em metros lineares)	IC
								Habitantes	Famílias			
			INICIAL	FINAL	(m)							
SUBTRECHO 1-S	1-S-1	T 1-S-1	11.000	11.407	8.145	256		3.650	913		343	
		TOTAL			**8.145**	**256**	**1,0**	**3.650**	**913**	**2,3**	**343**	**1,0**
	1-S-2	V 1-S-2	11.000	11.417	8.340	1.204		1.552	388		2.167	
		TOTAL			**8.340**	**1.204**	**4,7**	**1.552**	**388**	**1,0**	**2.167**	**6,3**
	1-S-3	V 1-S-3A	11.000	11.225	4.500	529		2.188	548		1.657	
		V 1-S-3B	11.225	11.340	2.300	677		650	163		979	
		V 1-S-3C	11.340	11.407	1.345	120		1.960	490		306	
		TOTAL			**8.145**	**1.326**	**5,2**	**4.798**	**1.201**	**3,1**	**2.942**	**8,5**
	1-S-4	V 1-S-1	11.000	11.223	4.473	1.010		1.751	438		1.485	
		V 1-S-3B	11.225	11.340	2.300	677		650	163		979	
		V 1-S-3C	11.340	11.407	1.345	120		1.960	490		306	
		TOTAL			**8.118**	**1.807**	**7,0**	**4.361**	**1.090**	**2,8**	**2.770**	**8,1**

Subtrecho 2 – Da Avenida Inajar de Sousa até a região de Santa Maria/Vila Albertina

Também integralmente situado no município de São Paulo o Subtrecho 2 apresenta restrições semelhantes às do Subtrecho anterior. Ao sul tem-se área de densa ocupação urbana (Vila Brasilândia, Jardim Pery) e ao norte as encostas íngremes da serra da Cantareira e o Parque Estadual de mesmo nome. Em algumas áreas verifica-se o contanto entre esses conjuntos de restrições, como é o caso do loteamento Residencial Quintas da Cidade e do Jardim Itatinga, ambos confrontantes com o Parque Estadual da Cantareira.

Os espaços sem cobertura vegetal, sem ocupação urbana e em terrenos menos acidentados são muito restritos. Ainda assim foram identificados 2 pontos de passagem, ambos contínuos à mancha urbana, sendo um contíguo à densa urbanização, porém em área com ocupação relativamente esparsa, e outro junto ao fim da Avenida Inajar de Souza e ao Parque Municipal Itaguaçu.

As opções de desenvolvimento de traçados alternativos a partir da Avenida Inajar de Souza na direção leste são restringidas pelo Parque Estadual da Cantareira. O relevo é de morros, com encostas de alta declividade recobertas por vegetação do Parque Estadual da Cantareira, principalmente.

De modo idêntico ao Subtrecho anterior, há sobreposição das alternativas identificadas com áreas de implantação de parques municipais: parques Bispo (decreto de criação publicado), Trebembé e Santa Maria. Assim como no subtrecho anterior, a sobreposição de traçados alternativos com as áreas destinadas aos parques foi discutida em reuniões com representantes da Secretaria do Verde e Meio Ambiente da Prefeitura de São Paulo.

Nesse subtrecho encontram-se ainda as instalações da ETA Guaraú, que integra o Sistema Produtor Cantareira de abastecimento público, e o Parque Estadual Alberto Loefgren, cujos limites em parte são confrontantes com o Parque Estadual da Cantareira. Complementa o quadro de restrições o aterro sanitário de Vila Albertina, situado na região da antiga fazenda Santa Maria, ao sul do Parque Estadual da Cantareira e ao norte da área urbana. O espaço entre o Parque Estadual (ao norte) e o aterro (ao sul) se configura como ponto de passagem para o estudo de alternativas.

Todos esses condicionantes encontram-se representados na Figura 3.3.5.2.a.

Foram formuladas 4 alternativas a partir de trechos e variantes identificados (**Alternativas 2S1, 2S2, 2S3** e **2S4**). As **Tabelas 3.3.5.2.c** e **3.3.5.2.d**, para fins de comparação, consolidam dados relativos à intensidade das atividades de terraplenagem (quantitativos de movimentação de terra) e às interferências sobre cobertura vegetal e a ocupação urbana e população.

A **Alternativa 2S1** é formada pela combinação dos Trechos 2S1 e 2S2. Trata-se de combinação de diretrizes cujo desenvolvimento se dá ao sul da ETA Guaraú. Apresenta extensão total de 7,6 km, dos quais 4,2 se referem a dois túneis sob relevo acidentado do Parque Estadual da Cantareira. O segundo túnel tem emboque próximo ao loteamento Jardim Itatinga e possui extensão de 3,1 quilômetros. Essa extensão torna a execução do túnel mais complexa, podendo demandar intervenções complementares como *shafts* de ventilação, o afetaria áreas internas do Parque Estadual da Cantareira através de obras

de escavação e abertura de caminhos de serviço. Tal aspecto desfavorece a seleção desta alternativa.

A soma da movimentação de terra nos trechos de terraplenagem e nos túneis soma 4,1 milhões de m^3 (IC = 1,0). O balanço de materiais resulta em um volume excedente de 2.401.165 m^3 (IC = 1,0). A disposição final desse volume, considerando bota-foras com altura média de 8 metros, ocuparia potencialmente área de 300.145 m^2 fora da faixa de domínio.

Estima-se em 77 o número de famílias afetadas (IC = 1,0), incluindo as residentes em loteamento próximo à ETA (Condomínio Jardim Itatinga), no emboque do segundo túnel. As interferências lineares com cobertura vegetal nativa de porte florestal são pequenas, totalizando 0,6 km (IC = 1,5).

A **Alternativa 2S2**, composta pela Variante 2S1 e pelo Trecho 2S2, apresenta desse modo segmento comum à opção anterior no trecho próximo à Santa Maria, na direção da interligação com a Rodovia Fernão Dias. A extensão total é de 9,2 quilômetros.

Tem como característica o desenvolvimento no segmento inicial (Variante 2S1) através de túnel de 6,1 km sob o Parque Estadual da Cantareira, situando-se ao norte da ETA da SABESP. Dada a grande extensão do túnel, a execução de obra com tal característica demandaria intervenções no interior do Parque para implantação de shafts de ventilação, exigindo a abertura de acessos no interior do parque. Além de condicionantes construtivos relacionados à implantação de um único e extenso túnel no trecho, deve-se considerar como fator de desvantagem desta opção a existência de túneis através dos quais é efetuada a reversão de água da sub-bacia do rio Juquery para a sub-bacia do Alto Tietê. Tais túneis encontram-se dispostos no sentido norte-sul e integram o sistema Produtor Cantareira da SABESP. Nessa condição, a escavação dos túneis do Rodoanel ocorreria no mesmo maciço rochoso e perpendicularmente e aos túneis da SABESP, configurando riscos de obra que merecem ser avaliados detalhadamente e comparados às desvantagens de outras opções de traçado. Complementarmente, o emboque oeste encontra-se posicionado sobre o loteamento Quintas da Cidade.

A intensidade da movimentação de terra é de 4,2 milhões de m^3 (IC = 1,0). Os volumes de material excedente são de 2.697.000 m^3, pouco superiores aos calculados para a alternativa anterior. O número de famílias afetadas é de 154 (IC = 2,0). As interferências lineares sobre a cobertura vegetal nativa é de 0,4 quilômetros (IC = 1,0).

Embora resulte em impactos reduzidos sobre a cobertura vegetal e a ocupação urbana, os aspectos construtivos do longo trecho em túnel e as intervenções no interior do Parque Estadual da Cantareira inviabilizam a seleção da Alternativa 2S2.

A terceira possibilidade foi denominada **Alternativa 2S3** e compreende parte do Trecho 2S1 acrescido da Variante 2S1A. Constitui alternativa que a partir do loteamento Jardim Itatinga desenvolve a travessia do Parque Estadual da Cantareira ao sul da Alternativa 2S1 através de 2 túneis, com extensão de 2 e de 0,8 quilômetros, respectivamente. Entre os dois túneis há um vale encaixado fora dos limites do PE da Cantareira, onde foram posicionados os emboques dos dois segmentos em túnel. Nesse vale encontra-se implantado o Clube de Funcionários da SABESP, cujo acesso se dá ao sul do Parque, pelo sistema viário urbano.

Tal configuração, com dois túneis, tem como vantagem a eliminação por completo, de qualquer necessidade de implantação de túneis auxiliares e shafts para ventilação. Na prática, possibilita a ampliação do número de frentes de escavação na comparação com a opção de túnel extenso (Alternativas 2S1 e 2S2).

As intervenções no vale citado, inclusive com posicionamento de emboques dos 4 túneis (dois para cada pista) podem, nessa alternativa, ser executadas integralmente fora do Parque Estadual da Cantareira, sem obras auxiliares na unidade, o que torna essa alternativa atrativa na comparação com as anteriores.

No que se refere à movimentação de terra, a Alternativa 2S3 tem movimentação de terra global de 6,9 milhões de m^3 (IC = 1,6). O balanço de materiais indica um volume excedente de 4.141.777 m^3 (IC = 1,7). Para fins de avaliação de *footprint* externo esse volume excedente implica na habilitação de área de 517.722 m^2 fora da faixa de domínio.

As interferências com a cobertura vegetal nativa de porte florestal são de 0,8 km (IC = 2,0). Já sob áreas urbanas, as interferências somam 0,6 km (IC = 1,0), afetando 90 famílias (IC = 1,2). Esse número de famílias afetadas se concentra na área do bairro Jardim Itatinga, cuja interferência é perfeitamente passível de redução ou mesmo eliminação.

A quarta e última possibilidade de desenvolvimento do traçado no subtrecho em referência é a **Alternativa 2S4**, que resulta da combinação entre parte do Trecho 2S1 e da Variante 2S1B.

Na prática se configura como a diretriz posicionada mais ao sul dentre as estudadas no Subtrecho 2S. Tem extensão total de 11,5 km. A partir do Trecho 2S1, com a Variante 2S1B procura transpor a área do Parque Estadual da Cantareira em zona em que o parque apresenta menor largura. No entanto, como está posicionada mais ao sul, onde as amplitudes dos morros da Serra da Cantareira são progressivamente reduzidas (morros baixos), não foi possível desenvolver integralmente a travessia em túnel (baixa cobertura), havendo segmento de 270 metros em corte e aterro que se encontra dentro do Parque Estadual da Cantareira. Na seqüência, o eixo tangencia área urbana correspondente aos bairros Horto do Ipê e Vila Marieta (bairros regulares), quando novamente passa e se desenvolver em túnel de 1,6 km sob o PE Cantareira, alcançando na seqüência a região de Santa Maria, assim como as demais alternativas.

As interferências com a cobertura vegetal nativa de porte florestal na Alternativa 2S4 são de 0,9 km (IC = 2,1). Os volumes de material excedente são de 3.448.049 m^3 (IC = 1,4), com movimentação de terra global de 6,1 milhões de m^3 (IC = 1,5). O número de famílias afetadas é de 135 (IC = 2,6), superior ao estimado para as demais opções de traçado. Somadas ao fato de implicar em obras dentro do Parque Estadual da Cantareira, as interferências sobre população e áreas urbanizadas regulares acabam por desfavorecer a seleção da Alternativa 2S4.

Por fim, considerando os aspectos apresentados recomendou-se a seleção da opção correspondente a **Alternativa 2S3** (**Trecho 2S1 e Variante 2S1A**). Como registrado, pesa a favor desta alternativa a eliminação de necessidade de intervenções no interior do Parque Estadual da Cantareira e de riscos associados às escavações próximas aos túneis do Sistema Produtor Cantareira, além de não interferir extensivamente com bairros regulares.

Embora a **Alternativa 2S3** na configuração proposta interferia com bairro Jardim Itatinga, com base no relevo local e na abrangência das demais restrições, recomendou-se a avaliação, na 5ª etapa (otimização), da viabilidade de eliminação da sobreposição citada. Ajustes no traçado no Parque Municipal do Bispo devem também ser objeto de estudo quando do detalhamento do Projeto de Engenharia, que avaliarão sugestões feitas por técnicos da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente da Prefeitura de São Paulo.

As **Tabelas 3.3.5.2.c** e **3.3.5.2.d** apresentam as informações quantitativas citadas.

O **Registro Fotográfico** apresentado no final do **Capítulo 3.0** ilustra as características principais do Subtrecho e das suas alternativas.

Tabela 3.3.5.2.c
Quantitativo de terraplenagem – SUBTRECHO 2S – Macro-diretriz Interna

	Alternativas	(T) Trechos e (V) Variantes	Estaca		Extensão	Terraplenagem					Túneis				(Σ) Intensidade Mov. Terra Terrapl.+ Túnel	IC Intensidade Mov. Terra	Balanço (m^3)			(Σ) Bota fora (m^3)	IC Mat. Excedente
						Escavação (m^3)			Aterro		Extensão	Escavação (m^3)					Emprést.	Bota-fora			
			INICIAL	FINAL	(m)	1ª	2ª	3ª	Geom.	(+10%)	(m)	1ª	2ª	3ª				1ª / 2ª	3ª		
SUBTRECHO 2-S	2-S-1	T 2-S-1	11.420	11.750	6.600	769.581	256.527	262.603	674.136	741.550	4.180	0	0	1.780.680	3.743.527						
		T 2-S-2	11.750	11.800	1.000	156.824	51.978	51.978	170.415	187.457	0	0	0	0	431.195						
		TOTAL			**7.600**	**926.405**	**308.505**	**314.581**	**844.551**	**929.006**	**4.180**	**0**	**0**	**1.780.680**	**4.174.722**	**1,00**		**305.904**	**2.095.261**	**2.401.165**	**1,00**
	2-S-2	V 2-S-1	11.340	11.741	8.022	439.475	146.493	0	632.199	695.419	6.160	0	0	2.624.160	3.842.327						
		T 2-S-2	11.741	11.800	1.178	156.824	51.978	51.978	170.415	187.457	0	0	0	0	431.195						
		TOTAL			**9.200**	**596.299**	**198.471**	**51.978**	**802.614**	**882.875**	**6.160**	**0**	**0**	**2.624.160**	**4.273.522**	**1,02**		**21.346**	**2.676.138**	**2.697.484**	**1,12**
	2-S-3	T 2-S-1	11.420	11.750	6.600	769.581	256.527	262.603	674.136	741.550	4.180	0	0	1.780.680	3.743.527						
		V 2-S-1A	11.565	11.794	4.580	594.150	445.612	445.612	644.316	708.748	2.435	85.200	63.900	888.210	3.167.000						
		TOTAL			**11.180**	**1.363.731**	**702.139**	**708.215**	**1.318.452**	**1.450.298**	**6.615**	**85.200**	**63.900**	**2.668.890**	**6.910.527**	**1,66**		**764.672**	**3.377.105**	**4.141.777**	**1,72**
	2-S-4	T 2-S-1	11.420	11.750	6.600	769.581	256.527	262.603	674.136	741.550	4.180	0	0	1.780.680	3.743.527			284.558	2.043.283		
		V 2-S-1B	11.565	11.810	4.900	277.523	208.142	208.142	787.024	865.726	2.195	117.576	88.182	706.308	2.392.897		380.061	205.758	914.450		
		TOTAL			**11.500**	**1.047.104**	**464.669**	**470.745**	**1.461.160**	**1.607.276**	**6.375**	**117.576**	**88.182**	**2.486.988**	**6.136.424**	**1,47**	**380.061**	**490.316**	**2.957.733**	**3.448.049**	**1,44**

Fonte: Consórcio Engevix-Planservi.

Tabela 3.3.5.2.d
Interferências com Cobertura Vegetal, Áreas Urbanas e População – SUBTRECHO 2S – Macro-diretriz Interna

	Alternativas	(T) Trechos e (V) Variantes	Estaca		Extensão	Cobertura Vegetal (em metros lineares)	IC Vegetação	População		IC Interferências População	Segmentação de Áreas Urbanas (em metros lineares)	IC Segmentação de Áreas Urbanas
								Habitantes (pessoas)	Famílias			
			INICIAL	FINAL	(m)							
SUBTRECHO 2-S	2-S-1	T 2-S-1	11.420	11.750	6.600	433		254	64		627	
		T 2-S-2	11.750	11.800	1.000	201		55	14		0,0	
		TOTAL			**7.600**	**634**	**1,5**	**309**	**77**	**1,0**	**627**	**1,0**
	2-S-2	V 2-S-1	11.340	11.741	8.022	232		560	140		1.029	
		T 2-S-2	11.741	11.800	1.178	201		55	14		0,0	
		TOTAL			**9.200**	**433**	**1,0**	**615**	**154**	**2,0**	**1.029**	**1,6**
	2-S-3	T 2-S-1	11.420	11.750	6.600	433		254	64		627	
		V 2-S-1A	11.565	11.794	4.580	423		105	**26**		0	
		TOTAL			**11.180**	856	**2,0**	**359**	**90**	**1,2**	**627**	**1,0**
	2-S-4	T 2-S-1	11.420	11.750	6.600	433		254	64		627	
		V 2-S-1B	11.565	11.810	4.900	471		541	135		400	
		TOTAL			**11.500**	**904**	**2,1**	**795**	**199**	**2,6**	**1.027**	**1,6**

Subtrecho 3S – Santa Maria/Vila Albertina à Estrada Guarulhos-Nazaré Paulista

Constitui o Subtrecho mais extenso ao longo da faixa de busca de alternativas correspondente à Macro-diretriz Interna. A partir do município de São Paulo (região do Tremembé) no sentido leste encontram-se no Subtrecho 3S a Rodovia Fernão Dias, a mancha de urbanização contínua de Guarulhos e bairros relativamente isolados. O limite sul do Parque Estadual da Cantareira encontra-se mais distante do corredor de busca, posicionando-se mais ao norte da Macro-diretriz Interna. Áreas de mineração ativa no município de Guarulhos são também elementos marcantes na paisagem e que condicionam a identificação de eixos alternativos e dos pontos de passagem (Figura 3.3.5.2.a).

A interligação com a Rodovia Fernão Dias e a proximidade com o Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos são aspectos fundamentais do estudo de alternativas de traçado no Subtrecho 3S.

Na Rodovia Fernão Dias foram identificados três pontos de passagem. Na RMSP é fato reconhecido o padrão de expansão urbana ao longo dos principais eixos viários radiais, em especial das rodovias, como é o caso da própria Fernão Dias, mas também das rodovias Régis Bittencourt, Raposo Tavares, Castello Branco, Anhanguera e Dutra.

Embora com ocupação adensada ao longo do seu trecho urbano, a travessia da Fernão Dias pela Macro-diretriz Interna se dá imediatamente ao norte da mancha de urbanização contínua da RMSP, em zona de ocupação menos adensada, caracterizada por pequenos bairros residenciais esparsos tanto do lado de São Paulo como de Guarulhos, e usos industriais (galpões), sítios e chácaras. Aterros sanitários e áreas de mineração a leste, em Guarulhos, foram também identificados e considerados para efeitos de locação das alternativas no Subtrecho.

Em relação ao Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos, a partir da seleção final de traçado desenvolvida na 5ª Etapa (comparação da diretriz preferencial Interna com diretriz Intermediária), foi avaliada a viabilidade de interligação do Trecho Norte do Rodoanel com o aeroporto. Tendo em vista tal possibilidade, na presente etapa foram formuladas alternativas passíveis de serem ligadas ao sítio aeroportuário ou à Rodovia Hélio Smidt.

Como registrado na Seção 3.3.2.8, a interligação com o Aeroporto Internacional de São Paulo foi considerada em estudos de traçado da década de 1990. A Avaliação Ambiental Estratégica do Programa Rodoanel também levantou a possibilidade desse acesso.

Evidentemente, em razão do posicionamento das Macro-diretrizes Interna e Intermediária em relação ao aeroporto, as alternativas da Macro-diretriz Interna têm clara vantagem na comparação com opções ao norte do Parque Estadual da Cantareira.

Complementarmente, foram considerados os limites do Parque Natural Municipal da Cultura Negra – Sítio Candinha, além de restrições apontadas pela Prefeitura de Guarulhos que englobam áreas destinadas a projetos habitacionais (Programa Minha Casa, Minha Vida) e loteamentos em fase de aprovação.

Outro condicionante à formulação de traçados no Subtrecho 3S foi o aspecto geotécnico dos materiais. Em parte do Subtrecho 3, a Macro-diretriz Interna intercepta um conjunto diverso de litologias que apresentam estruturação geológica de direção NE e de foliação sub-vertical marcante, notadamente em filitos (rochas metassedimentares). Estas rochas ocorrem em outros setores da Macro-diretriz Interna, porém no município de Guarulhos, englobando áreas dos bairros Jardim Belvedere, Jardim Acácio e Recreio São Jorge, entre outros. Os filitos são rochas que têm importância para definição de eixos alternativos de traçado rodoviário em função de seu comportamento geotécnico.

De modo geral, taludes rodoviários em filitos são muito instáveis, principalmente onde a xistosidade ou foliação da rocha assume direções coincidentes com a da estrada e quando os cortes são paralelos ao mergulho da foliação, condição esta verificada no Subtrecho 3, em Guarulhos. A estabilidade é melhor quando o eixo rodoviário se posiciona de forma perpendicular à direção preferencial da estruturação geológica. Ao mesmo tempo, os solos originados não apresentam competência para serem usados como material de aterro ou agregados em qualquer fase das obras, devendo ser descartados totalmente. No caso de trechos em túnel, as obras são mais complexas, exigindo um amplo conjunto de intervenções e técnicas estabilização objetivando minimizar riscos durante as obras e durante a operação da rodovia.

Tendo em vista o comportamento geotécnico dessas rochas, buscou-se diferentes configurações de traçado na formulação de alternativas, descartando eixos com posicionamento paralelo à foliação predominante dos filitos nesse Subtrecho.

Mediante combinação de trechos e variantes foram formuladas 4 Alternativas, denominadas 3S1, 3S2, 3S3 e 3S4. As **Tabelas 3.3.5.2.e** e **3.3.5.2.f** para fins de comparação, consolidam dados relativos à intensidade das atividades de terraplenagem (quantitativos de movimentação de terra) e às interferências sobre cobertura vegetal e usos do solo.

A **Alternativa 3S1** foi composta a partir da combinação seqüencial entre os trechos T3S1, T3S2, T3S3, T3S4 e T3S5, tendo 18,4 quilômetros de extensão. A partir de Santa Maria, na região do Tremembé, no município de São Paulo, se desenvolve na direção leste, alcançando a Rodovia Fernão Dias no ponto de passagem posicionado mais ao dentre os três individualizados. Nesse segmento inicial (T3S1 e T3S2) o traçado se desenvolve predominantemente entre bairros isolados, interferindo diretamente com pequenos núcleos.

A travessia da BR-381 no ponto de passagem selecionado não resulta em interferências significativas, havendo potencial para desenvolvimento de dispositivo de interseção relativamente simples, sem ramos ou alças direcionais de grande extensão.

Após a travessia da Rodovia Fernão Dias a Alternativa 3S1 procura se posicionar ao norte da zona de filitos onde, como registrado anteriormente, as rochas que sustentam os morros da região são extremamente desfavoráveis à execução de obras de terraplenagem e, por conseguinte, ao posicionamento de alternativas de traçado. Nesse segmento o traçado se sobrepõe ao bairro Cabuçu, em setor caracterizado por ocupação irregular, segundo informações da prefeitura de Guarulhos. Na seqüência, a Alternativa continua se desenvolvendo em nível sobre terrenos ocupados por vegetação secundária de porte florestal e por vegetação herbácea. Interfere também com área terraplenada para implantação de instituto com fins beneficentes. As obras do instituto foram

paralisadas e não serão retomadas pelos herdeiros de Manoel Moreira Giesteira, idealizador do projeto social, conforme informações repassadas pela Prefeitura de Guarulhos.

Na seqüência, já pelo Trecho T3S4 o desenvolvimento se dá na direção do bairro Jardim Belvedere. Nessa diretriz, o traçado busca aproveitar espaços não urbanizados existentes entre áreas de ocupação urbana consolidada. Todavia, no Jardim Belvedere/Jardim São Domingo, o traçado da Alternativa 3S1 acaba resultando na segmentação do bairro, com interferências diretas do eixo sobre ao menos 4 quadras. Efetuada a travessia do bairro, o eixo tangencia o bairro Parque Primavera e o Clube dos Metalúrgicos de Guarulhos. Outros bairros são tangenciados ou marginalmente afetados pela alternativa, caso do Jardim Munira e Santos Dumont. O eixo se posiciona ainda ao sul do Parque Natural Municipal da Cultura Negra - Sítio Candinha.

O segmento final da Alternativa 3S1 (parte final do T-3S4) se desenvolve ao norte dos bairros Cidade Soberana e Ponte Alta II. Junto ao bairro Cidade Soberana o eixo tangencia também o Jardim Vila Rica, situado na Estrada Guarulhos-Nazaré Paulista e contígua à área de mineração ativa (Pedreira Reago).

A área entre o Jardim Vila Rica e o bairro Cidade Soberana constitui o único ponto de passagem nesse setor da Macro-diretriz Interna, não havendo outras opções viáveis para o posicionamento de alternativas. Nesse local, a Prefeitura de Guarulhos informou que se encontra em fase de aprovação um loteamento residencial privado. Dadas as restrições não é possível evitar interferência com tal projeto. Todas as alternativas do Subtrecho 3 têm passagem sobre a área prevista para o citado projeto de parcelamento do solo.

Considerando toda a extensão da Alternativa 3S1, de 18,4 quilômetros, as interferências com a cobertura vegetal nativa de porte florestal são de 1,1 quilômetros (IC = 1,0). Os volumes de material excedente são de 7.000.000 de m^3 (IC = 1,3), o que representa, aproximadamente, um potencial de 970.878 m^2 de áreas ocupadas por bota-foras fora da faixa de domínio (configuração hipotética de bota-foras com 8 metros de altura).

O número de famílias afetadas é de 1.732 (IC = 1,8), o que a coloca como a mais desfavorável sob este critério de seleção. Complementarmente tem a desvantagem de segmentar bairros residenciais e de se sobrepor às áreas destinadas a projetos de habitação popular implementados por cooperativa e ao Programa Minha Casa, Minha Vida, do governo federal, com apoio do município de Guarulhos. A sobreposição com áreas urbanas é de 5,9 quilômetros. Em conjunto, tais aspectos inviabilizam a seleção desta alternativa.

A **Alternativa 3S2** resulta da combinação do Trecho 3S1, da Variante 3S2, do Trecho 3S4 e da Variante 3S6. No segmento inicial, a partir do Trecho 3S1, efetua a transposição da Rodovia Fernão Dias um pouco mais ao norte da opção anterior, com interferências relativamente superiores sobre os núcleos residenciais na região a leste de Santa Maria, já na região do bairro do Tremembé, no município de São Paulo (a oeste da Rodovia Fernão Dias). Após a interseção com a Rodovia Fernão Dias o traçado e desenvolve na direção do bairro Cabuçu, de modo muito semelhante ao Trecho 3S3 da Alternativa 3S1, porém mais ao norte deste, se aproximando do aterro sanitário de Guarulhos e da mineração Firpavi. A partir do bairro Cabuçu, segmentado pela alternativa, a diretriz também intercepta a área terraplenada do Instituto Manoel Moreira Giesteira, de onde passa a se desenvolver na direção do bairro Jardim Belvedere, de

onde incorpora o traçado do T-3S4, já descrito na Alternativa anterior. A partir do Clube dos Metalúrgicos de Guarulhos passa a se desenvolver pela Variante 3S6, com percurso sobre a área do Parque Natural Municipal da Cultura Negra e ao norte do bairro Santos Dumont. Esta alternativa também prevê passagem entre o Jardim Vila Rica e o bairro Cidade Soberana.

A extensão total da Alternativa 3S2 é de 18,4 quilômetros. De modo muito semelhante ao traçado da Alternativa 3S1 tem como desvantagem as significativas interferências com bairros residenciais, especialmente sobre os bairros Jardim Belvedere e Parque Primavera. Também interfere diretamente com áreas reservadas a projetos de habitação popular em curso e com o Parque Natural Municipal da Cultura Negra, o que em conjunto com as outras restrições desfavorece a seleção da Alternativa. Comparativamente, as interferências com a cobertura vegetal nativa de porte florestal são de 4,2 quilômetros (IC = 3,7), a maior dentre as opções no subtrecho. Os volumes de material excedente são de 7,4 milhões de m^3.

A terceira combinação de segmentos identificada foi a **Alternativa 3S3**, composta pelos segmentos Variante 3S1, Variante 3S3, Trecho 3S4 e Variante 3S6. A partir da região do bairro do Tremembé, esta alternativa se diferencia das anteriormente descritas pelo posicionamento da interseção com a Rodovia Fernão Dias. Dentre os locais selecionados para transposição é o ponto que pode resultar em maior nível de interferências sobre áreas ocupadas quando da configuração do dispositivo de interseção. Após a travessia da BR-381, o desenvolvimento se dá pela Variante 3S3 em terrenos amorreados do Pico Pelado, cujas amplitudes são superiores a 100 metros. A transposição desses morros pela Variante 3S3 foi contemplada através de dois segmentos em túnel com 2,8 quilômetros de extensão.

Todavia, com o detalhamento do conhecimento geológico da área, verificou-se que esses terrenos amorreados que forma o conjunto do Pico Pelado se enquadram na condição geológica descrita anteriormente. O traçado da Variante 3S3 se desenvolve paralelo à foliação dos filitos, o que desfavorece a seleção Variante 3S3 e da Alternativa 3S3.

Após o segmento em túnel, a alternativa se desenvolve pelo Trecho 3S4, já descrito nas alternativas anteriores e que, se projeta sobre áreas destinadas a projetos habitacionais e bairros de Guarulhos, entre os quais o Jardim Belvedere. Posteriormente, tem como segmento final a Variante 3S6, que secciona o Parque Natural Municipal da Cultura Negra. A extensão total é de 18,6 quilômetros, com interferências sobre cobertura vegetal nativa de 2,1 quilômetros. Os volumes de material excedente são de 5.8 milhões de m^3. O número de famílias afetadas é de 1.088. Tais interferências, somadas ao aspecto desfavorável da Variante 3S3 sobre a Pico Pelado acaba condicionando o descarte da Alternativa 3S3.

A quarta combinação de eixos constitui a **Alternativa 3S4**, formulada a partir da combinação entre os Trechos 3S1, 3S2, 3S3, a Variante 3S7 e o Trecho 3S5. Inicialmente tem em comum com as demais alternativas o Trecho 3S1. Posteriormente, segue na direção da Rodovia Fernão Dias pelo Trecho 3S2 (o mesmo da Alternativa 3S1) na direção do bairro do Cabuçu, com passagem pela área terraplenada antes destinada ao Instituto Manoel Moreira Giesteira.

A partir desse ponto se diferencia das demais alternativas do Subtrecho 3S, passando a incorporar em seu desenvolvimento a Variante 3S7. Diferentemente das opções de traçado anteriormente descritas, que contemplavam passagens entre bairros de Guarulhos, o eixo da Variante 3S7 foi integralmente posicionado ao norte dos bairros Jardim Belvedere, Dos Veigas e Jardim Primavera, o que constitui importante vantagem na análise comparativa com os demais traçados em função de menor interferência com áreas urbanas de ocupação densa e consolidada.

Outro aspecto que determinou o desenho ou a configuração da Variante 3S7 foram as restrições geotécnicas da área atravessada. Como registrado anteriormente, essa região de Guarulhos compreendida imediatamente ao norte dos bairros Jardim Belvedere, Dos Veigas e Jardim Primavera, se constitui em zona de falhamentos geológicos, apresentando uma faixa de terrenos sustentados por filitos. Por esse motivo, considerando a orientação da foliação da rocha, buscou-se alternativa com desenvolvimento de traçado que interceptasse a zona de falhamento de modo mais favorável (o mais perpendicular possível), reduzindo os riscos e impactos potenciais decorrentes de obras de escavação nesse tipo de terreno. Assim, a Variante 3S7 foi posicionada ao norte dos bairros citados e ao sul do bairro Recreio São Jorge, porém ainda assim atravessando terrenos amorreados, o que demandou considerar um segmento em túnel de 1,1 quilômetros.

Na seqüência, o eixo da Alternativa 3S4 se sobrepõe marginalmente ao bairro Parque Primavera, em área de ocupação irregular. Se posiciona ao sul do Parque Natural Municipal da Cultura Negra- Sítio Candinha, de onde passa a incorporar o Trecho 3S5, que integra também a Alternativa 3S1.

A extensão total da Alternativa 3S4 é de 21,9 quilômetros. As interferências com a cobertura vegetal nativa de porte florestal são de 1,9 quilômetros (IC = 1,7). Os volumes de material excedente são de 8.391.032 m^3 (IC = 1,4). Trata-se da alternativa menos balanceada no Subtrecho 3. Esse volume potencializa a necessidade utilização de áreas de externas de aproximadamente 1 milhão de m^2, se considerada uma configuração de bota-foras com 8 metros de altura.

O número de famílias afetadas é de 934 (IC = 1,3), não interferindo com áreas destinadas projetos habitacionais, se configurando como vantajosa sobe tal parâmetro na comparação com as Alternativas 3S1 e 3S2.

As quatro opções, em função de seu posicionamento, permitem o planejamento de interligações com o Aeroporto Internacional de Guarulhos/São Paulo. As alternativas compostas com o Trecho 3S4 se aproximam consideravelmente do sítio aeroportuário, todavia são implicadoras de impactos mais significativos sobre a população e sobre a estrutura urbana de Guarulhos.

É importante considerar ainda que outras possibilidades de alternativas foram consideradas no Subtrecho 3S, conforme registra a Figura 3.3.5.2.a, relativa ao Mapa Síntese de Restrições. É o caso específico das Variantes 3S4, 3S6 e 3S5.

A primeira foi prevista com desenvolvimento ao longo do limite norte do bairro Recreio São Jorge, se mostrando inviável pela inserção na bacia de contribuição do reservatório Cabuçu, onde há captação de água para abastecimento público de Guarulhos. A Variante 3S6 foi estudada como alternativa ao segmento da Variante 3S2 e do Trecho 3S3, se posicionando ao sul do bairro Cabuçu, com menores interferências sobre áreas urbanas. Porém, em função da orientação da foliação da rocha que sustenta os terrenos atravessados (filito), o posicionamento do traçado foi considerado desfavorável, mesmo com obras em superfície e apenas um pequeno segmento em túnel. Por último, a Variante 3S5 foi estudada como alternativa ao Trecho 3S4, objetivando a formulação de alternativa sem impactos expressivos sobre os bairros de Guarulhos. Com tal propósito, esta variante foi concebida com passagem no limite norte do bairro Parque Primavera. Em função do relevo, foi previsto segmento em túnel com extensão de 1,9 quilômetros. No desenvolvimento dos estudos, considerando o conhecimento geológico da área, este segmento foi avaliado como crítico pelas características geotécnicas dos filitos identificados nesse setor da Macro-diretriz Interna. Em razão dos aspectos expostos, esse conjunto de variantes foi desconsiderado para a composição de alternativas de traçado no Subtrecho 3S.

A análise dos aspectos considerados na descrição das Alternativas permite considerar a seleção da **Alternativa 3S4**, composta pela combinação seqüencial dos **Trechos 3S1, 3S2 e 3S3, da Variante 3S2, da Variante 3S7 e do Trecho 3S5**. Pesa a favor da seleção desta alternativa o fato de não interferir com projetos municipais voltados à habitação popular e não segmentar bairros residenciais regulares e consolidados de Guarulhos. As interferências que devem resultar impactos diretos sobre bairros e realocação de população ao longo do traçado selecionado se concentram no bairro Cabuçu, ocupado irregularmente.

Na comparação com as demais opções de traçado, outros aspectos favoráveis à seleção da Alternativa 3S4 incluem as menores interferências com a ocupação próxima à Rodovia Fernão Dias, e o tangenciamento em detrimento do cruzamento do Parque Natural Municipal da Cultura Negra, enquadrado como unidade de conservação de proteção integral.

Complementarmente, considerando os condicionantes geológicos e geotécnicos presentes no Subtrecho 3, a Alternativa 3S4 é que se apresenta como mais favorável, especialmente pelo traçado da Variante 3S7, não coincidente com a orientação da foliação da rocha. Tal condicionante geológico exigiu na formulação dessa alternativa e da Variante 3S7 um percurso 21,9 km, o mais longo dentre as combinações de traçado estudadas. Tal fato influenciou de certa forma o balanço de materiais, com excedente estimado em mais de 8 milhões de m^3. Soma-se ao maior percurso, o fato de que todos os materiais escavados em filito não devem ser aproveitados em aterros, mas sim, descartados em bota-fora.

Diante dos condicionantes expostos, conclui-se pela seleção da **Alternativa 3S4**. As **Tabelas 3.3.5.2.c** e **3.3.5.2.f** apresentam as informações quantitativas citadas.

O **Registro Fotográfico** apresentado no final do **Capítulo 3.0** ilustra as características principais do Subtrecho e das suas alternativas.

Tabela 3.3.5.2.e
Quantitativo de terraplenagem – SUBTRECHO 3S – Macro-diretriz Interna

	Alternativas	(T) Trechos e (V) Variantes	Estaca		Extensão	Terraplenagem					Túneis				(Σ) Intensidade Mov. Terra Terrapl. + Túnel	IC Intensidade Mov. Terra	Balanço (m^3)			(Σ) Bota fora (m^3)	IC Mat. Excedente
						Escavação (m^3)			Aterro (m^3)		Extensão	Escavação (m^3)					Emprést.	Bota-fora			
			INICIAL	FINAL	(m)	1ª	2ª	3ª	Geom.	(+10%)	(m)	1ª	2ª	3ª				1ª / 2ª	3ª		
SUBTRECHO 3-S	3-S-1	T 3-S-1	11.800	11.850	1.000	151.260	50.420	50.420	176.742	194.416	0	0	0	0	428.842						
		T 3-S-2	11.850	12.062	4.240	1.143.458	191.599	74.378	1.941.032	2.135.135	0	0	0	0	3.350.467						
		T 3-S-3	12.062	12.325	5.260	4.088.459	1.198.878	706.437	895.361	984.897	0	0	0	0	6.889.135						
		T 3-S-4	12.325	12.460	2.700	1.247.752	311.961	0	870.479	957.527	0	0	0	0	2.430.192						
		T3-S-5	12.460	12.720	5.200	2.412.988	631.296	114.894	1.032.067	1.135.274	0	0	0	0	4.191.245						
		TOTAL			**18.400**	**9.043.917**	**2.384.154**	**946.129**	**4.915.681**	**5.407.249**	**0**	**0**	**0**	**0**	**17.289.881**	**1,2**	**800.078**	**6.820.900**	**946.129**	**7.767.029**	**1,3**
	3-S-2	T 3-S-1	11.800	11.850	1.000	151.260	50.420	50.420	176.742	194.416	0	0	0	0	428.842						
		V 3-S-2	11.850	12.328	9.573	5.540.287	1.569.965	444.998	2.663.752	2.930.127	0	0	0	0	10.219.002						
		T 3-S-4	12.328	12.460	2.627	1.247.752	311.961	0	870.479	957.527	0	0	0	0	2.430.192						
		V 3-S-6	12.460	12.724	5.288	2.605.084	651.273	0	1.007.179	1.107.897	0	0	0	0	4.263.536						
		TOTAL			**18.488**	**9.544.383**	**2.583.619**	**495.418**	**4.718.152**	**5.189.967**	**0**	**0**	**0**	**0**	**17.341.572**	**1,2**	**0**	**6.938.035**	**495.418**	**7.433.453**	**1,3**
	3-S-3	V 3-S-1	11.800	12.071	5.427	1.280.035	367.414	140.601	1.788.050	1.966.855	455	0	0	193.830	3.769.930						
		V 3-S-3	12.062	12.312	5.001	1.361.979	458.352	113.793	374.341	411.775	2.875	772.125	244.950	207.675	3.533.215						
		T 3-S-4	12.312	12.460	2.959	1.247.752	311.961	0	870.479	957.527	0	0	0	0	2.430.192						
		V 3-S-6	12.460	12.724	5.288	2.605.084	651.273	0	1.007.179	1.107.897	0	0	0	0	4.263.536						
		TOTAL			**18.675**	**6.494.850**	**1.789.000**	**254.394**	**4.040.049**	**4.444.054**	**3.330**	**772.125**	**244.950**	**401.505**	**13.996.873**	**1,0**	**319.406**	**5.176.277**	**655.899**	**5.832.176**	**1,0**
	3-S-4	T 3-S-1	11.800	11.850	1.000	151.260	50.420	50.420	176.742	194.416	0	0	0	0	428.842						
		T 3-S-2	11.850	12.062	4.240	1.143.458	191.599	74.378	1.941.032	2.135.135	0	0	0	0	3.350.467						
		T 3-S-3	12.062	12.325	5.260	4.088.459	1.198.878	706.437	895.361	984.897	0	0	0	0	6.889.135						
		V 3-S-7	12.237	12.549	6.240	2.427.928	620.434	121.812	1.462.043	1.608.247	1.090	25.560	139.302	299.478	5.096.557						
		T 3-S-5	12.460	12.720	5.200	2.412.988	631.296	114.894	1.032.067	1.135.274	0	0	0	0	4.191.245						
		TOTAL			**21.940**	**10.224.093**	**2.692.627**	**1.067.941**	**5.507.245**	**6.057.969**	**1.090**	**25.560**	**139.302**	**299.478**	**19.956.246**	**1,4**	**0**	**7.023.613**	**1.367.419**	**8.391.032**	**1,4**

Fonte: Consórcio Engevix-Planservi.

Tabela 3.3.5.2.f
Interferências com Cobertura Vegetal, Áreas Urbanas e População – SUBTRECHO 3S – Macro-diretriz Interna

	Alternativas	(T) Trechos e (V) Variantes	Estaca		Extensão	Cobertura Vegeta (em metros lineares)	IC Vegetação	População		IC Interferências População	Segmentação de Áreas Urbanas (em metros lineares)	IC Segmentação de Áreas Urbanas
			INICIAL	FINAL	(m)			Habitantes	Famílias			
SUBTRECHO 3-S	3-S-1	T 3-S-1	11.800	11.850	1.000	221		10	3		0	
		T 3-S-2	11.850	12.062	4.240	236		894	224		1.617	
		T 3-S-3	12.062	12.325	5.260	657		447	112		765	
		T 3-S-4	12.325	12.460	2.700	-		2.453	613		898	
		T 3-S-5	12.460	12.720	5.200	46		1.737	434		2.014	
		TOTAL			**18.400**	**1.159**	**1,0**	**6.926**	**1.732**	**1,8**	**5.924**	**2,0**
	3-S-2	T 3-S-1	11.800	11.850	1.000	221		10	3		0,0	
		V 3-S-2	11.850	12.328	9.573	2.916		1.941	485		1.617	
		T 3-S-4	12.328	12.460	2.627			2.453	613		898	
		V 3-S-6	12.460	12.724	5.288	1.132		1.030	258		881	
		TOTAL			**18.488**	**4.269**	**3,7**	**5.434**	**1.359**	**1,4**	**3.396**	**2,0**
	3-S-3	V 3-S-1	11.800	12.071	5.427	980		687	172		643	
		V 3-S-3	12.062	12.312	5.001	-		182	46		180	
		T 3-S-4	12.312	12.460	2.959	-		2.453	613		898	
		V 3-S-6	12.460	12.724	5.288	1.132		1.030	258		881	
		TOTAL			**18.675**	**2.112**	**1,8**	**4.352**	**1.088**	**1,1**	**2.602**	**1,0**
	3-S-4	T 3-S-1	11.800	11.850	1.000	221		10	3		0	
		T 3-S-2	11.850	12.062	4.240	236		894	224		1.617	
		T 3-S-3	12.062	12.325	5.260	657		447	112		765	
		V 3-S-7	12.237	12.549	6.240	820		642	161		280	
		T 3-S-5	12.460	12.720	5.200	46		1.737	434		898	
		TOTAL			**21.940**	**1.980**	**1,7**	**3.730**	**934**	**1,0**	**3.560**	**1,3**

Subtrecho 4S – Estrada Guarulhos-Nazaré Paulista ao Trecho Leste do Rodoanel/Via Dutra

Constitui o Subtrecho final da Macro-diretriz Interna, compreendendo desse modo a interligação com o Trecho Leste do Rodoanel e situando-se entre os municípios de Guarulhos e Arujá.

Os principais condicionantes são o ponto final do Trecho Norte, a ocupação urbana e áreas de mineração ativa.

Em comparação com os outros Subtrechos, pode-se afirmar que a ocupação urbana é mais esparsa, havendo vazios urbanos que permitiram a formulação de traçados alternativos. No entanto, foi levantado junto à Prefeitura de Guarulhos o desenvolvimento de projeto de parcelamento do solo em área situada na região do bairro Bonsucesso, na divisa com Arujá (ver Figura 3.3.5.2.a).

A cobertura vegetal, embora restrita, foi também outro condicionante considerado na seleção do melhor traçado neste subtrecho. O relevo é formado essencialmente por colinas, diferentemente dos Subtrechos anteriores, nos quais o relevo amorreado estrutura a paisagem e condiciona algumas características e configurações das Alternativas, Trechos e Variantes.

Foram formuladas quatro alternativas de traçado, denominadas Alternativas 4S1, 4S2, 4S3 e 4S4. As **Tabelas 3.3.5.2.g** e **3.3.5.2.h** consolidam dados quantitativos para fins de comparação.

A **Alternativa 4S1** é composta pelos Trechos 4S1, 4S2, 4S3 e 4S4, totalizando 7,9 quilômetros de extensão. Trata-se de opção que busca no seu desenvolvimento evitar interferências com os bairros Vila Soberana, Ponte Alta II, Parque Residencial Bambi, Vila Carmela e Bonsucesso. A Alternativa se posiciona entre esses bairros, com sobreposições pontuais, restritas aos limites destas áreas residenciais.

A estimativa de população afetada é de 567 famílias (IC = 7,6), concentradas no bairro Ponte Alta II. Trata-se, no entanto, de interferência passível de ajustes objetivando minimizar impactos sobre a área urbana.

Os volumes de material excedente são de 506.000 m^3 (IC = 2,5), o que potencializa a habilitação de áreas de 63.250 m^2 para deposição do material excedente. A magnitude da movimentação de terra é de 4,3 milhões de m^3.

Sobre a cobertura vegetal o traçado interfere linearmente com 1,7 km, se configurando com a alternativa com menor interferência sobre a vegetação. De qualquer forma, o traçado, no Trecho 3S4 interfere marginalmente com fragmento de araucária (reflorestamento), com passagem no limite norte desta área, contiguamente à área de lavra de areia.

A **Alternativa 4S2** constitui combinação do Trecho 4S1, com a Variante 4S1 e com Trecho 4S4, que juntos totalizam 7,9 quilômetros. Trata-se de opção muito semelhante ao traçado da Alternativa 4S1, com diferenças no segmento intermediário (variante 4S1), que também se posiciona entre bairros residenciais, aproveitando vazios urbanos. A estimativa de população afetada é de 506 famílias (IC = 6,8). Os volumes de material

excedente são de 712.615 m^3 (IC = 3,5), com *footprint* externo calculado em 89 mil m^2. Já as interferências com a cobertura vegetal são de 2,2 quilômetros (IC = 1,3).

A composição do Trecho 4S1 com a Variante 4S2 resultou na **Alternativa 4S3**. Embora tenha como característica geral a busca por vazios urbanos, apresenta interferência direta com conjunto habitacional situado junto ao bairro Vila Carmela. Trata-se de interferência passível de eliminação mediante ajustes de traçado. Porém, na entrega com o Trecho Leste se sobrepõe a loteamentos situados ao sul do Arujá Golf Club, o que acaba desfavorecendo a seleção desta alternativa. Nesta configuração o número de famílias afetadas pelo traçado da Alternativa 4S3 é estimado em 585 (IC = 7,9). Os volumes de material excedente são de 201.500 m^3 (IC = 1,0) e as interferências com fragmentos de cobertura vegetal nativa são de 1,9 km.

Por fim, foi composta a **Alternativa 4S4**, formada pela Variante 4S3, com extensão de 9,7 quilômetros, se configurando como a alternativa mais longa no Subtrecho 4S. Tem como diferença básica em relação aos demais traçados a passagem ao norte do bairro Parque Residencial Bambi. As outras alternativas contemplam segmentos que se desenvolvem ao sul deste bairro e ao norte da Vila Carmela. Após o contorno do Residencial Bambi passa a apresentar desenvolvimento semelhante ao traçado do Trecho 4S4 (Alternativa 4S1 e 4S2), tangenciando simultaneamente a área de mineração ativa e o fragmento de araucária. O número de famílias afetadas pelo traçado da Alternativa 4S4 é estimado em 74 (IC = 1,0). Os volumes de material excedente são de 1.348.611 m^3, o que resulta em *footprint* externo à faixa de domínio de 168,5 mil m^2. As interferências lineares sobre a vegetação são também as mais extensas, alcançando 5 quilômetros (IC = 3,0).

Todas as quatro opções interferem ainda com áreas ocupadas por culturas agrícolas no município de Arujá.

A comparação entre as alternativas permite separar inicialmente as opções 4S1, 4S2 e 4S3 da 4S4. Enquanto as três primeiras se desenvolvem preferencialmente sobre vazios urbanos, aproveitando áreas fortemente antropizadas, a Alternativa 4S4 se posiciona predominantemente sobre área com menor nível de antropia, com evidencia as interferências sobre a cobertura vegetal. Simultaneamente, é a opção mais extensa e a com pior balanceamento de materiais, demandando maior espaço externo à faixa de domínio da rodovia para deposição do material excedente (bota-fora). Tais aspectos desfavorecem a seleção da Alternativa 4S4.

Com base na análise das interferências levantadas, recomenda-se a seleção da **Alternativa 4S1**. Embora com interferências claras sobre setores marginais dos bairros Vila Soberana e Ponte Alta II, pode-se afirmar que as mesmas são passíveis de eliminação ou redução na etapa de otimização da diretriz preferencial. Complementarmente, as intervenções com área de expansão urbana (loteamento em projeto) são marginais.

Diante dos condicionantes expostos, conclui-se pela seleção da **Alternativa 4S1**. As **Tabelas 3.3.5.2.g** e **3.3.5.2.h** apresentam as informações quantitativas citadas.

O **Registro Fotográfico** apresentado no final do **Capítulo 3.0** ilustra as características principais do Subtrecho e das suas alternativas.

Tabela 3.3.5.2.g
Quantitativo de terraplenagem – SUBTRECHO 4S – Macro-diretriz Interna

	Alternativas	(T) Trechos e (V) Variantes	Estaca		Extensão	Terraplenagem (m^3)					Túneis				(Σ) Intensidade Mov. Terra Terrapl. + Túnel	IC Intensidade Mov. Terra	Balanço (m^3)			(Σ) Bota fora (m^3)	IC Mat. Excedente
						Escavação			Aterro		Extensão	Escavação (m^3)					Emprést.	Bota-fora			
			INICIAL	FINAL	(m)	1ª	2ª	3ª	Geom.	(+10%)	(m)	1ª	2ª	3ª				1ª / 2ª	3ª		
SUBTRECHO 4-S	4-S-1	T 4-S-1	12.720	12.830	2.200	563.209	3.112	0	933.284	1.026.612	0	0	0	0	1.499.605						
		T 4-S-2	12.830	12.882	1.051	266.771	0	0	207.824	228.606	0	0	0	0	474.595						
		T 4-S-3	12.882	13.010	2.549	853.722	0	0	566.253	622.878	0	0	0	0	1.419.975						
		T 4-S-4	13.010	13.117	2.159	634.040	0	0	360.858	396.944	0	0	0	0	994.898						
		TOTAL			**7.959**	**2.317.742**	**3.112**	**0**	**2.068.219**	**2.275.041**	**0**	**0**	**0**	**0**	4.389.073	1,0		**506.105**	**0**	**506.105**	**2,5**
	4-S-2	T 4-S-1	12.720	12.830	2.200	563.209	3.112	0	933.284	1.026.612	0	0	0	0	1.499.605						
		V 4-S-1	12.830	13.014	3.692	1.347.131	0	0	792.375	871.613	0	0	0	0	2.139.506						
		T 4-S-4	13.014	13.117	2.067	634.040	0	0	360.858	396.944	0	0	0	0	994.898						
		TOTAL			**7.959**	**2.544.380**	**3.112**	**0**	**2.086.517**	**2.295.169**	**0**	**0**	**0**	**0**	4.634.009	1,1		**712.615**	**0**	**712.615**	**3,5**
	4-S-3	T 4-S-1	12.720	12.830	2.200	563.209	3.112	0	933.284	1.026.612	0	0	0	0	1.499.605						
		V 4-S-2	12.830	13.162	6.659	1.765.420	0	0	1.421.784	1.563.962	0	0	0	0	3.187.204						
		TOTAL			**8.859**	**2.328.629**	**3.112**	**0**	**2.355.068**	**2.590.575**	**0**	**0**	**0**	**0**	4.686.809	1,1		**201.458**	**0**	**201.458**	**1,0**
	4-S-4	V 4-S-3	12670	13159	9.780	3.217.998	650.574	0	2.290.874	2.519.961	**0**	**0**	**0**	**0**	6.159.446						
		TOTAL			**9,780**	**3.217.998**	**650.574**	**0**	**2.290.874**	**2.519.961**	**0**	**0**	**0**	**0**	**6.159.446**	**1,4**		**1.348.611**		**1.348.611**	**6,7**

Fonte: Consórcio Engevix-Planservi.

Tabela 3.3.5.2.h
Interferências com Cobertura Vegetal, Áreas Urbanas e População – SUBTRECHO 4S – Macro-diretriz Interna

	Alternativas	(T) Trechos e (V) Variantes	Estaca		Extensão	Cobertura Vegetal (em metros lineares)	IC Vegetação	População		IC Interferências População	Segmentação de Áreas Urbanas (em metros lineares)	IC Segmentação de Áreas Urbanas
			INICIAL	FINAL	(m)			Habitantes	Famílias			
SUBTRECHO 4-S	4-S-1	T 4-S-1	12.720	12.830	2.200	285		1.614	404		998	
		T 4-S-2	12.830	12.882	1.051	62		337	84		118	
		T 4-S-3	12.882	13.010	2.549	869		255	64		240	
		T 4-S-4	13.010	13.117	2.159	483		63	16		94	
		TOTAL			**7.959**	**1.698**	**1,0**	**2.264**	**566**	**7,6**	**1.450**	**5,8**
	4-S-2	T 4-S-1	12.720	12.830	2.200	285		1.614	404		998	
		V 4-S-1	12.830	13.014	3.692	1.497		348	87		118	
		T 4-S-4	13.014	13.117	2.067	483		63	16		95	
		TOTAL			**7.959**	**2.264**	**1,3**	**2.025**	**506**	**6,8**	**1.210**	**4,84**
	4-S-3	T 4-S-1	12.720	12.830	2.200	285		1.614	404		998	
		V 4-S-2	12.830	13.162	6.659	1.680		726	182		1.219	
		TOTAL			**8.859**	**1.965**	**1,1**	**2.340**	**585**	**7,9**	**2.217**	**8,8**
	4-S-4	V 4-S-3	12670	13159	9.780	5.065		294	74		250	
		TOTAL			**9.780**	**5.065**	**3,0**	294	74	**1,0**	**250**	**1,0**

Alternativas da Macro-diretriz Intermediária

Subtrecho 1N – Trecho Oeste do Rodoanel à Estreada da Roseira

Compreendido entre os municípios de São Paulo, Caieiras e Mairiporã, o Subtrecho 1N tem como principais condicionantes ao desenvolvimento das alternativas o relevo amorreado a montanhoso, a cobertura vegetal nativa, áreas de mineração ativas situadas junto ao ponto de saída, na junção com o Trecho Oeste do Rodoanel, no município de São Paulo, e ainda núcleos isolados de ocupação urbana em Caieiras, caso principalmente dos bairros Laranjeiras e do Condomínio Alpes de Caieiras, mas também de loteamentos menores de baixa densidade distribuídos no trecho de interesse, como o Sousalito, a Chácara Santo Antônio, Sítio Santa Cecília, Ranchão Azul e Campos da Cantareira. Estes bairros encontram-se relativamente isolados entre si, sendo conectados por um sistema viário sinuoso, adaptado ao relevo amorreado que caracteriza a região imediatamente ao norte do Parque Estadual da Cantareira e ao sul das sedes de Franco da Rocha e Mairiporã.

Foram formuladas 4 alternativas a partir de trechos e variantes identificados. As Alternativas foram denominadas **1N1, 1N2, 1N3** e **1N4**. As **Tabelas 3.3.5.2.i** e **3.3.5.2.j**, para fins de comparação, consolidam dados relativos à intensidade das atividades de terraplenagem (quantitativos de movimentação de terra) e às interferências sobre cobertura vegetal e usos do solo.

A **Alternativa 1N1** foi formulada a partir da combinação dos Trechos 1N1, 1N2, 1N3, 1N4, 1N5 e 1N6. A extensão total é de 15,5 quilômetros.

No Trecho 1N1 se desenvolve junto ao traçado da Av. Raimundo Pereira de Magalhães, com interferências marginais sobre áreas de exploração mineral. Ao longo do Trecho 1N2 apresenta sobreposição marginal, porém extensiva, com a borda do bairro Laranjeiras (município de Caieiras). Somente nesse segmento, as interferências com população são estimadas em 348 famílias. O relevo com encostas de alta declividade restringe o deslocamento do eixo para a meia encosta, o que poderia reduzir o contingente populacional afetado.

Os trechos 1N3 e 1N4 são curtos e não apresentam interferências significativas, embora apresentem sobreposições com pequenas chácaras e sítios. A partir destes dois pequenos segmentos, o Trecho 1N5 tem desenvolvimento que objetiva efetuar tangenciamento do bairro Alpes de Caieiras. Nesse setor da Macro-diretriz Intermediária, além do condomínio, são restrições importantes os limites do Parque Estadual do Juquery e um dos braços do reservatório Paiva Castro, onde encontra-se implantada a infra-estrutura da SABESP que efetua a reversão de água da bacia do rio Juquery para o Alto Tietê. Objetivando evitar a segmentação integral do bairro citado, o Trecho 1N5 foi posicionado no limite norte do condomínio, com percurso de mais de 2 quilômetros em viaduto.

Na seqüência, o segmento final da alternativa, o Trecho 1N5, se desenvolve no sentido leste com segmentos em corte e aterro e um segmento em túnel com extensão de 1,4 km, atravessando área de relevo montanhoso. O emboque leste desse túnel foi posicionado na Pedreira Concremix.

Estima-se um total de 389 famílias afetadas pela Alternativa 1N1 (IC = 10,0), com 2,1 km de interferências lineares com áreas urbanas (IC = 1,8) nos bairros Laranjeiras e Alpes de Caieiras.

A intensidade de movimentação de terra é de 15,8 milhões de m^3 (IC = 1,7). O balanço de materiais resulta em volume excedente de 8.014.381 m^3 (IC = 1,7). Considerando o mesmo parâmetro utilizado na análise das alternativas da Macro-diretriz Interna para estimativa de *footprint* de obra fora da faixa de domínio, especificamente em razão de disposição final dos volumes excedentes, estima-se para o Subtrecho 1N uma área de 1 milhão de m^2.

As interferências com a vegetação nativa somam 2,9 quilômetros (IC = 2,8).

A **Alternativa 1N2** resulta da combinação dos Trechos 1N1, 1N2 e da Variante 1N3, totalizando extensão total de 14,8 quilômetros. Com tal articulação compõe alternativa que a partir do bairro Laranjeiras, com a qual apresenta as mesmas interferências apontadas na Alternativa 1N1, se desenvolve pela Variante 1N3, posicionada ao sul do Alpes de Caieiras. Esta variante por sua vez tem extensão de 10 quilômetros, se desenvolvendo em área de relevo muito desfavorável à implantação de traçado rodoviário em corte e aterro. Dadas as condições geomorfológicas, o eixo se desenvolve através de uma sucessão de 6 segmentos em túnel que totalizam 7,6 km, sendo o maior com extensão aproximada de 5 quilômetros.

Nessa condição, a Alternativa 1N2 tem como desvantagem a grande extensão de um dos túneis, com conseqüentes implicações nos processos construtivos, em especial as restrições efetivas à abertura de frentes de serviço, necessidade de implantação de *shafts* e de caminhos de serviço fora da faixa.

Embora com extenso trecho em túnel, o número de famílias afetadas é de 361 (IC = 9,3), semelhante ao da Alternativa 1N, o que se explica pelo fato das duas alternativas possuírem em comum o Trecho 1N2. Sobre a cobertura vegetal, as interferências lineares são de 1,0 quilômetro (IC = 1,0).

Mesmo com extenso segmento em túnel, a intensidade da movimentação de terra e balanço de materiais são mais favoráveis na Alternativa 1N2 em relação ao traçado da 1N1, com terraplenagem total de 9,1 milhões de m3 (IC = 1,0) e de 4,7 milhões de m^3 de material excedente (IC = 1,0).

A **Alternativa 1N3** possui extensão total de 14,9 quilômetros. É composta pelos Trechos 1N1, 1N2, 1N3, 1N4, pela Variante 1N2 e pelo Trecho 1N6.

Com tal configuração se diferencia da Alternativa 1N1 pela incorporação da Variante 1N2, que substitui o Trecho 1N5 da primeira alternativa. Enquanto o Trecho 1N5 foi posicionado ao norte do bairro Alpes de Caieiras, o eixo da Variante 1N2, posicionado mais ao sul, acaba por segmentar o condomínio implantado sobre terrenos amorreados. Em função do relevo dissecado, parte da travessia é efetuada através de viaduto.

Os impactos associados a realocação de população são estimados em 504 famílias (IC = 12,9), o que evidencia o incremento das interferências na comparação com a Alternativa 1N1. É assim a alternativa que resulta em maior interferência com população. Sobre a cobertura vegetal, as interferências lineares são de 3,2 quilômetros (IC = 3,1).

A intensidade da movimentação de terra também elevada, alcançando 15,9 milhões de m3 (IC = 1,7), ou seja, muito próxima da verificada na Alternativa 1N1, inclusive quanto ao volume de material excedente (8,6 milhões de m^3).

A quarta e última alternativa no Subtrecho 1N é foi denominada **Alternativa 1N4**, composta pela combinação seqüencial do Trecho 1N1, da Variante 1N1 e dos Trechos 1N4, 1N5 e 1N6. A extensão total é de 15,6 quilômetros.

Trata-se de opção de traçado semelhante ao da Alternativa 1N1, porém se diferenciando pela substituição dos Trechos 1N2 e 1N3 pela Variante 1N1. Como registrado anteriormente, as interferências mais significativas com a ocupação urbana no Subtrecho 1N são observadas por eixos que se sobrepõem aos bairros Laranjeiras e Alpes de Caieiras, sobretudo no primeiro. Enquanto os Trechos 1N2 e 1N3 se desenvolvem junto ao bairro Laranjeiras em nível, seguindo pela baixa encosta, a Variante 1N1 foi configurada de modo a atravessar o relevo montanhoso através de segmento em túnel, cuja extensão é de 2,1 quilômetros. Com tal configuração, as interferências sobre áreas urbanas são significativamente reduzidas na comparação com os demais traçados alternativos formulados para o Trecho 1N.

Com base na sobreposição com áreas urbanas estima-se um total de 39 famílias afetadas pela alternativa (IC = 1,0), o que torna essa composição de traçado muito atrativa na comparação com as demais. As interferências sobre a cobertura vegetal são de 2,6 quilômetros (IC = 2,6).

Em relação à intensidade da movimentação de terra e balanço de materiais, o quantitativo indica porte semelhante às alternativas do subtrecho, com 14,5 milhões de m^3 (IC = 1,6) movimentados e 7,5 milhões de m^3 de material excedente (IC = 1,6), o que demanda aproximadamente 940 mil m^2 a serem habilitados como bota-fora.

Em conjunto, comparando os aspectos que caracterizam as alternativas e suas interferências, notadamente as relativas à sobreposição com áreas urbanas de Caieiras, mas também aos volumes de material excedente e dimensionamento de trechos em túnel, conclui-se pela seleção da **Alternativa 1N4**, formada a partir da articulação entre o Trecho **1N1, a Variante 1N1 e os Trechos 1N4, 1N5 e 1N6**.

As **Tabelas 3.3.5.2.i** e **3.3.5.2.j** apresentam as informações quantitativas citadas.

O **Registro Fotográfico** apresentado no final do **Capítulo 3.0** ilustra as características principais do Subtrecho e das suas alternativas.

Tabela 3.3.5.2.i
Quantitativo de terraplenagem – SUBTRECHO 1N – Macro-diretriz Intermediária

	Alternativas	(T) Trechos e (V) Variantes	Estaca		Extensão	Terraplenagem (m^3)					Túneis				(Σ) Intensidade Mov. Terra Terrapl. + Túnel	IC Intensidade Mov. Terra	Balanço (m^3)			(Σ) Bota fora (m^3)	IC Mat. Excedente
						Escavação			Aterro		Extensão	Escavação (m^3)					Emprést.	Bota-fora			
			INICIAL	FINAL	(m)	1ª	2ª	3ª	Geom.	(+10%)	(m)	1ª	2ª	3ª				1ª / 2ª	3ª		
SUBTRECHO 1-N	1-N-1	T 1-N-1	11.000	11.112	2.250	596.981	160.605	45.441	1.437.776	1.581.554	0	0	0	0	2.240.803						
		T 1-N-2	11.112	11.220	2.150	1.757.686	439.422	0	558.455	614.301	0	0	0	0	2.755.563						
		T 1-N-3	11.220	11.270	1.000	577.925	144.481	0	218.337	240.171	0	0	0	0	940.743						
		T 1-N-4	11.270	11.285	300	164.376	41.094	0	205.506	226.057	0	0	0	0	410.976						
		T 1-N-5	11.285	11.544	5.180	2.607.749	656.636	18.792	931.894	1.025.083	0	0	0	0	4.215.071						
		T 1-N-6	11.544	11.775	4.632	2.209.767	736.590	736.590	769.585	846.544	1.900	485.640	161.880	161.880	5.261.932						
		TOTAL			**15.512**	**7.914.484**	**2.178.828**	**800.823**	**4.121.553**	**4.533.708**	**1.900**	**485.640**	**161.880**	**161.880**	**15.825.088**	**1,7**		**7.051.678**	**962.703**	**8.014.381**	**1,7**
	1-N-2	T 1-N-1	11.000	11.112	2.250	596.981	160.605	45.441	1.437.776	1.581.554	0	0	0	0	2.240.803						
		T 1-N-2	11.112	11.220	2.150	1.757.686	439.422	0	558.455	614.301	0	0	0	0	2.755.563						
		V 1-N-3	11.220	11.724	10.085	165.338	32.736	137.579	602.491	662.740	7.650	268.380	0	2.990.520	4.197.044						
		TOTAL			**14.485**	**2.520.005**	**632.763**	**183.020**	**2.598.722**	**2.858.594**	**7.650**	**268.380**	**0**	**2.990.520**	**9.193.410**	**1,0**		**1.582.808**	**3.173.540**	**4.756.348**	**1,0**
	1-N-3	T 1-N-1	11.000	11.112	2.250	596.981	160.605	45.441	1.437.776	1.581.554	0	0	0	0	2.240.803						
		T 1-N-2	11.112	11.220	2.150	1.757.686	439.422	0	558.455	614.301	0	0	0	0	2.755.563						
		T 1-N-3	11.220	11.270	1.000	577.925	144.481	0	218.337	240.171	0	0	0	0	940.743						
		T 1-N-4	11.270	11.285	300	164.376	41.094	0	205.506	226.057	0	0	0	0	410.976						
		V 1-N-2	11.285	11.515	4.601	2.771.106	735.877	172.398	691.543	760.697	0	0	0	0	4.370.924						
		T 1-N-6	11.544	11.775	4.632	2.209.767	736.590	736.590	769.585	846.544	1.900	485.640	161.880	161.880	5.261.932						
		TOTAL			**14.933**	**8.077.841**	**2.258.069**	**954.429**	**3.881.202**	**4.269.322**	**1.900**	**485.640**	**161.880**	**161.880**	**15.980.941**	**1,7**		**7.558.662**	**1.116.309**	**8.674.971**	**1,8**
	1-N-4	T 1-N-1	11.000	11.112	2.250	596.981	160.605	45.441	1.437.776	1.581.554	0	0	0	0	2.240.803						
		V 1-N-1	11.112	11.274	3.238	681.400	226.457	224.433	418.814	460.695	2.120	541.872	180.624	180.624	2.454.224						
		T 1-N-4	11.270	11.285	300	164.376	41.094	0	205.506	226.057	0	0	0	0	410.976						
		T 1-N-5	11.285	11.544	5.180	2.607.749	656.636	18.792	931.894	1.025.083	0	0	0	0	4.215.071						
		T 1-N-6	11.544	11.775	4.632	2.209.767	736.590	736.590	769.585	846.544	1.900	485.640	161.880	161.880	5.261.932						
		TOTAL			**15.600**	**6.260.273**	**1.821.382**	**1.025.256**	**3.763.575**	**4.139.933**	**4.020**	**1.027.512**	**342.504**	**342.504**	**14.583.006**	**1,6**		**6.156.293**	**1.367.760**	**7.524.053**	**1,6**

Fonte: Consórcio Engevix-Planservi.

Tabela 3.3.5.2.j
Interferências com Cobertura Vegetal, Áreas Urbanas e População – SUBTRECHO 1N – Macro-diretriz Intermediária

	Alternativas	(T) Trechos e (V) Variantes	Estaca		Extensão	Cobertura Vegetal (em metros lineares)	IC Vegetação	População		IC Interferências População	Segmentação de Áreas Urbanas (em metros lineares)	IC Segmentação de Áreas Urbanas
			INICIAL	FINAL	(m)			Habitantes	Famílias			
SUBTRECHO 1-N	1-N-1	T 1-N-1	11.000	11.112	2.250				0		556	
		T 1-N-2	11.112	11.220	2.150	129		1.390	348		646	
		T 1-N-3	11.220	11.270	1.000	123		47	12		567	
		T 1-N-4	11.270	11.285	300	84		12	3		185	
		T 1-N-5	11.285	11.544	5.180	1.320		96	24		179	
		T 1-N-6	11.544	11.775	4.632	1.248		9	2		0	
		TOTAL			**15.512**	**2.906**	**2,8**	**1.554**	**389**	**10,0**	**2.134**	**1,8**
	1-N-2	T 1-N-1	11.000	11.112	2.250			0	0		556	
		T 1-N-2	11.112	11.220	2.150	129		1.390	348		646	
		V 1-N-3	11.220	11.724	10.085	920		54	14		11	
		TOTAL			**14.485**	**1.049**	**1,0**	**1.444**	**361**	**9,3**	**1.213**	**1,0**
	1-N-3	T 1-N-1	11.000	11.112	2.250			0	0		556	
		T 1-N-2	11.112	11.220	2.150	129		1.390	348		646	
		T 1-N-3	11.220	11.270	1.000	123		47	12		567	
		T 1-N-4	11.270	11.285	300	84		12	3		185	
		V 1-N-2	11.285	11.515	4.601	1.620		155	39		168	
		T 1-N-6	11.544	11.775	4.632	1.248		9	2		0	
		TOTAL			**14.933**	**3.205**	**3,1**	**2.016**	**504**	**12,9**	**2.123**	**1,7**
	1-N-4	T 1-N-1	11.000	11.112	2.250			0	0		556	
		V 1-N-1	11.112	11.274	3.238	41		40	10		536	
		T 1-N-4	11.270	11.285	300	84		12	3		185	
		T 1-N-5	11.285	11.544	5.180	1.320		96	24		179	
		T 1-N-6	11.544	11.775	4.632	1.248		9	2		0	
		TOTAL			**15.600**	**2.694**	**2,6**	157	**39**	**1,0**	**1.457**	**1,2**

Subtrecho 2N – Estrada da Roseira à Estrada Guarulhos-Mairiporã

Integralmente situado no município de Mairiporã, o Subtrecho 2N engloba um conjunto de trechos e variantes entre a região oeste e leste do município, com passagem pela região central do território, onde está situada a sede municipal e a Rodovia Fernão Dias, com a qual o Trecho Norte do Rodoanel deve se conectar e que atravessa o município de Caieiras no sentido norte-sul.

Além da sede urbana de Caieiras e a ocupação ao longo da Rodovia Fernão Dias, onde se deve buscar alternativas viáveis à implantação de dispositivo de interseção, assim como no Subtrecho 1N, o relevo amorreado a montanhoso é um importante condicionante à formulação de alternativas de traçado. Complementarmente, a cobertura vegetal e os Parques Itapetinga e Itaberaba são condicionantes importantes no desenvolvimento dos estudos locacionais, cabendo ressaltar que todas as alternativas formuladas efetuam o cruzamento das duas unidades de conservação de proteção integral.

Foram definidas a partir da combinação de segmentos um total 6 alternativas de traçado, denominadas **Alternativas 2N1, 2N2, 2N3, 2N4, 2N5** e **2N6**. As **Tabelas 3.3.5.2.k** e **3.3.5.2.l**, para fins de comparação, consolidam dados relativos à intensidade das atividades de terraplenagem (quantitativos de movimentação de terra) e às interferências sobre cobertura vegetal e usos do solo.

Dentro da faixa delimita como Macro-diretriz Intermediária e ao longo do segmento da Rodovia Fernão Dias foram identificados quatro pontos potenciais para passagem do eixo do Trecho Norte.

A ocupação ao longo da rodovia, a partir do Túnel da Mata Fria, que marca aproximadamente o limite norte do Parque Estadual da Cantareira é caracterizada por bairros ou condomínios de ocupação de baixa densidade de ocupação, entre os quais o bairro Hortolândia, o Jardim da Serra, a Estância Santo Antonio, o Rancho Pinheiro e o Parque Bariloche. A partir do km 67, no sentido da sede urbana de Caieiras, a ocupação urbana lindeira é adensada e contígua à região central da cidade.

Embora identificados 4 pontos de passagem, a comparação entre tais pontos revela vantagens para um, seja em função de restrições decorrentes da ocupação em área necessária a implantação de dispositivo de interseção, seja em função do relevo de morros que caracteriza parte da área, especialmente nas proximidades do Parque Estadual da Cantareira e do Túnel da Mata Fria.

A primeira **Alternativa 2N1** é produto da combinação dos Trechos 2N1, 2N2, 2N3, 2N4 e 2N5, totalizando 15,2 quilômetros de extensão. A partir dos Trechos 2N1 e 2N2, a Alternativa 2N1 se desenvolve pelo Trecho 2N3 na direção da Rodovia Fernão Dias. Dentre as opções possíveis nesse trecho a partir da combinação de segmentos, configura a opção de traçado integralmente posicionada mais ao norte. A travessia da BR-381 no ponto de passagem identificado é a que se aproxima mais da sede do município, com passagem em estreita faixa entre os bairros Estância Santo Antonio e Capoavinha.

Em razão da ocupação urbana consolidada, o espaço físico disponível para implantação de dispositivo de interseção é mais restrito. Nessa condição, a eventual seleção desta alternativa demandaria a configuração de dispositivo de interseção mais complexo, potencialmente com ramos direcionais mais extensos a fim de reduzir os impactos decorrentes da sua sobreposição sobre áreas urbanas. Após a travessia da Rodovia Fernão Dias, ainda pelo Trecho 2N3 se desenvolve entre áreas ocupadas e posteriormente ao sul dos bairros Cinco Lagos e Recanto Céu Azul. Em razão do relevo atravessado foram definidos dois segmentos em túnel.

De modo geral, após a Rodovia Fernão Dias o desenvolvimento se dá sobre áreas antropizadas. A partir do segundo túnel e ao longo do Trecho 2N5, a sobreposição com a cobertura vegetal é verificada quase que continuamente ao longo da alternativa. Como indicado na Figura 3.3.5.2.a, esse segmento da alternativa está situado dentro do Parque Itapetinga.

Considerando a extensão total da Alternativa 2N1, as interferências sobre a cobertura vegetal nativa somam 6,9 quilômetros (IC = 3,0). Estima-se que ao menos 43 famílias devem ser realocadas nessa combinação de segmentos somente no eixo da diretriz, além de estabelecimentos comerciais e de praça de pedágio em operação na BR-381 (IC = 4,1). Tal estimativa não considera impactos decorrentes da implantação de dispositivo de interseção. Nesse aspecto, embora o quantitativo de população afetada seja relativamente pequeno, o ponto de passagem apresenta desvantagens quanto ao restrito espaço disponível para implantação do dispositivo de interseção. A eventual seleção demandaria ampliação da área de intervenção para construção de ramos ou alças direcionais. Complementarmente atravessa o Parque Estadual de Itapetinga por uma extensão de 3,5 quilômetros.

Os volumes de movimentação de terra são de 15,9 milhões de m^3 (IC = 1,8) com geração de material excedente de 6,9 milhões de m^3 (IC = 1,3).

A **Alternativa 2N2** constitui combinação do Trecho 2N1, da Variante 2N4 e do Trecho 2N5, que juntos somam 15 quilômetros de extensão. Tem como característica principal o desenvolvimento através de dois extensos túneis ao longo do traçado da Variante 2N4. O primeiro deles, a oeste da Rodovia Fernão Dias foi incorporado na alternativa com 4,2 quilômetros, enquanto o segundo, a leste da rodovia existente, apresenta extensão de 3,3 quilômetros. Após o segundo túnel o eixo se desenvolve sobre o Parque Estadual Itapetinga por aproximadamente 3 quilômetros, onde também se sobrepõe ao Trecho 2N5.

A interseção com a Rodovia Fernão Dias (km 70) é prevista em ponto de passagem com grandes restrições, as quais se associam principalmente ao relevo acidentado, mas também à cobertura vegetal a oeste da rodovia e a ocupação residencial a leste (bairro Hortolândia). A implantação de dispositivo de interseção nesse ponto exige uma ampliação significativa da área de intervenção pela necessidade de implantação de ramos direcionais extensos a fim de garantir todos os movimentos entre a Rodovia Fernão Dias e o Trecho Norte do Rodoanel. Tal aspecto acaba definindo esta alternativa como muito desfavorável.

D qualquer forma, os extensos túneis acabam se configurando em relativa desvantagem. Em função da extensão dos túneis, necessariamente, a seleção desta alternativa demandaria a implantação de túneis auxiliares para abertura de frentes de escavação e

implantação de *shafts* como parte do sistema de ventilação, o que demandaria intervenções como extensiva abertura de acessos em áreas externas fora da faixa de domínio.

Outra combinação de eixos no Subtrecho 2N é a **Alternativa 2N3**. A extensão total é de 13,5 quilômetros, englobando o Trecho 2N1 e a Variante 2N5. Esta Alternativa é que se posiciona mais ao sul dentre as estudadas. Tem como característica principal, a partir do ponto inicial do Subtrecho 2N o desenvolvimento através de 3 extensos túneis, que juntos totalizam 9,5 quilômetros de extensão. O primeiro túnel é coincidente com o da Alternativa 2N2, a leste da Rodovia Fernão Dias tem extensão próxima de 4 quilômetros. Os dois últimos túneis, a leste da Rodovia Fernão Dias, atravessam o Parque Estadual Itapetinga em sua quase totalidade. No entanto, possuem emboques dentro da unidade, o que inviabiliza a seleção desta alternativa.

Além dos emboques dentro do parque, em razão da extensão prevista, intervenções associadas a túneis auxiliares e *shaft* são certas, com amplas intervenções fora da faixa de domínio, inclusive dentro do Parque Estadual de Itapetinga, onde a abertura de caminhos de serviço seria muito extensiva e impactante. Tais aspectos também desfavorecem a seleção desta alternativa.

A interseção com a Rodovia Fernão Dias encontra-se no mesmo local da Alternativa 2N2, cujas desvantagens foram já consideradas.

De qualquer forma cumpre registrar que as interferências sobre a cobertura vegetal totalizam 2,2 quilômetros. O total de famílias afetadas é estimado em 11. Já os volumes de materiais excedentes são calculados em 5.400.659 m^3.

A **Alternativa 2N4**, formada pela composição dos segmentos Trecho 2N1, Trecho 2N2, Variante 2N1, Trecho 2N4 e Trecho 2N5 tem extensão total de 15,3 quilômetros. A partir do ponto inicial do subtrecho se desenvolve na direção da Rodovia Fernão Dias através da Variante 2N1 inicialmente em superfície e em seguida através de um túnel de 2,7 quilômetros, alcançando o ponto de passagem na BR-381. Nesse segmento o eixo se desenvolve junto à Pedreira Cantareira.

Após a interseção com a Rodovia Fernão Dias apresenta segmento complementar (ainda Variante 2N1) com túnel até alcançar o Trecho 2N4, de onde passa a se sobrepor ao Parque Estadual Itapetinga por 3,5 quilômetros.

O ponto de interserção com a Rodovia Fernão Dias ocorre em trecho com áreas lindeiras menos densamente ocupadas, o que reduz o potencial de impactos sobre componentes ambientais do meio antrópico, especialmente sobre usos do solo e população. A estimativa de população afetada no eixo principal é de 43 famílias (IC = 4,1). As interferências lineares com a cobertura vegetal somam 6 quilômetros (IC = 2,6). O balanço de materiais no subtrecho resulta em um excedente de 8,9 milhões de m3 (IC = 1,7), sendo assim a alternativa de menor balanceamento e de maior movimentação de terra, segundo estimativas efetuadas.

Impactos decorrentes de intervenções fora da faixa de domínio no trecho com túnel extenso (entre o início do subtrecho e a Rodovia Fernão Dias) são prováveis. Na hipótese de execução haverá certamente necessidade de abertura de túneis auxiliares e de *shafts* de ventilação. De qualquer forma, a Pedreira Cantareira encontra-se próxima do eixo do túnel principal dessa alternativa.

Outra composição possível dos eixos identificados é a **Alternativa 2N5**, formada seqüencialmente pelo Trecho 2N1, Variante 2N2, Trecho 2N4 e Trecho 2N5, totalizando 15,7 quilômetros. Entre o ponto inicial e as proximidades de Rodovia Fernão Dias apresenta eixo coincidente com as Alternativa 2N2 e 2N3. Todavia, tem como ponto de passagem na BR-381 o trecho do km 69 desta rodovia. Embora atrativo sob o aspecto da pequena interferência sobre áreas ocupadas, sob o aspecto do relevo o ponto de passagem pode ser considerado desfavorável em relação ao ponto de passagem da Alternativa 2N4, devendo exigir grandes intervenções e movimentação de terra. O cruzamento com a rodovia ocorre em túnel, ilustrando o aspecto desfavorável dos terrenos nesse setor.

Após a passagem pela Rodovia Fernão Dias, o eixo correspondente à Variante 2N2 se desenvolve no sentido nordeste, alcançando na seqüência os Trechos 2N4 e 2N5 e atravessando o Parque Estadual Itapetinga por 3,5 quilômetros.

Além do ponto de cruzamento e interseção com a Rodovia Fernão Dias, assim como outros trechos e alternativas descritas, a configuração da alternativa com túneis extensos, pelos aspectos expostos para outras alternativas, acaba desfavorecendo sua seleção, embora interferências com a cobertura vegetal e a população sejam equivalentes ou até mais atrativas que outras opções de traçado.

Por fim, a **Alternativa 2N6** completa o quadro de alternativas do Subtrecho 2N. Com extensão de 14,9 quilômetros é composta pelos Trechos 2N1 e 2N2, pela Variante 2N3 e pelo Trecho 2N5. Trata-se de opção com ponto de passagem pela Rodovia Fernão Dias comum à Alternativa 2N4, porém com desenvolvimento pela Variante 2N3.

Como avaliado para a Alternativa 2N4, o ponto de interseção com a Rodovia Fernão Dias apresenta vantagens na comparação com os demais pontos de passagem. O desenvolvimento da alternativa 2N6 a leste da BR-381 se dá, a exemplo de outros traçados avaliados, através de trecho com túnel, refletindo a transposição de relevo de morros altos. Na seqüência, se desenvolve em superfície sobre o Parque Estadual de Itapetinga por 3,5 quilômetros.

As interferências sobre a cobertura vegetal somam 5 quilômetros (IC = 2,2). O contingente de população afetada é de 20 famílias. Já o balanço de materiais indica um excedente de 5,8 milhões de m^3.

Diante do exposto, com base nos elementos apresentados, verifica-se que a opção que combina os segmentos **Trecho 2N1, Trecho 2N2, Variante 2N1, Trecho 2N4 e Trecho 2N5** (**Alternativa 2N4**) é a que apresenta maiores vantagens sob os aspectos construtivo e ambiental. É a alternativa que, na comparação com as demais, tem o melhor ponto de passagem na Rodovia Fernão Dias, cuja interseção deve resultar em impacto menos significativos nas áreas lindeiras. É, no entanto, a alternativa com terraplenagem maior, gerando também o maior volume excedente na comparação com as demais opções.

Trata-se de opção que resulta em impactos menos significativos sobre a ocupação urbana junto à sede de Mairiporã, devendo demandar um número menor de famílias a serem realocadas na área de interseção com a rodovia Fernão Dias. Trata-se ainda de alternativa com extensão intermediária no que se refere à extensão de túneis, somando 5,3 km. Entretanto, interfere diretamente com o Parque Estadual de Itapetinga.

O **Registro Fotográfico** apresentado no final do **Capítulo 3.0** ilustra as características principais do Subtrecho e das suas alternativas.

Tabela 3.3.5.2.k
Quantitativo de terraplenagem – SUBTRECHO 2N – Macro-diretriz Intermediária

	Alternativas	(T) Trechos e (V) Variantes	Estaca		Extensão	Terraplenagem (m^3)					Túneis				(Σ) Intensidade Mov. Terra Terrapl. + Túnel	IC Intensidade Mov. Terra	Balanço (m^3)			(Σ) Bota fora (m^3)	IC Mat. Excedente
						Escavação			Aterro		Extensão	Escavação (m^3)					Emprést.	Bota-fora			
			INICIAL	FINAL	(m)	1ª	2ª	3ª	Geom.	(+10%)	(m)	1ª	2ª	3ª				1ª / 2ª	3ª		
SUBTRECHO 2-N	2-N-1	T 2-N-1	11.775	11.795	388	372.408	124.136	104.100	15.004	16.504	0	0	0	0	615.648						
		T 2-N-2	11.795	11.845	1.000	683.998	228.000	248.036	316.311	347.942	0	0	0	0	1.476.345						
		T 2-N-3	11.845	12.239	7.899	3.986.352	1.137.178	562.343	1.945.788	2.140.367	420	107.352	35.784	35.784	7.810.581						
		T 2-N-4	12.239	12.390	3.001	133.398	40.016	26.666	1.810.840	1.991.924	720	184.032	61.344	61.344	2.317.640						
		T 2-N-5	12.390	12.539	2.981	2.087.539	545.847	177.107	963.047	1.059.352	0	0	0	0	3.773.540						
		TOTAL			**15.269**	**7.263.695**	**2.075.177**	**1.118.252**	**5.050.990**	**5.556.089**	**1.140**	**291.384**	**97.128**	**97.128**	**15.993.754**	**1,82**		**5.744.429**	**1.215.380**	**6.959.809**	**1,3**
	2-N-2	T 2-N-1	11.775	11.795	388	372.408	124.136	104.100	15.004	16.504	0	0	0	0	615.648			480.040	104.100		
		V 2-N-4	11.795	12.380	11.707	1.481.248	416.788	255.820	1.560.501	1.716.551	7.520	23.856	0	3.179.664	6.917.877			205.341	3.435.484		
		T 2-N-5	12.390	12.539	2.981	2.087.539	545.847	177.107	963.047	1.059.352	0	0	0	0	3.773.540			1.574.034	177.107		
		TOTAL			**15.076**	**3.941.195**	**1.086.771**	**537.027**	**2.538.552**	**2.792.407**	**7.520**	**23.856**	**0**	**3.179.664**	**11.307.065**	**1,29**		**2.259.415**	**3.716.691**	**5.976.106**	**1,1**
	2-N-3	T 2-N-1	11.775	11.795	388	372.408	124.136	104.100	15.004	16.504	0	0	0	0	615.648						
		V 2-N-5	11.795	12.452	13.144	1.620.289	463.930	228.508	1.600.225	1.760.248	9.540	531.648	177.216	3.555.176	8.176.992						
		TOTAL			**13.531**	**1.992.697**	**588.066**	**332.608**	**1.615.229**	**1.776.752**	**9.540**	**531.648**	**177.216**	**3.555.176**	**8.792.640**	**1,00**		**1.512.875**	**3.887.784**	**5.400.659**	**1,0**
	2-N-4	T 2-N-1	11.775	11.795	388	372.408	124.136	104.100	15.004	16.504	0	0	0	0	615.648			480.040	104.100		
		T 2-N-2	11.795	11.845	1.000	683.998	228.000	248.036	316.311	347.942	0	0	0	0	1.476.345			564.056	248.036		
		V 2-N-1	11.845	12.244	7.983	1.546.519	515.506	515.506	1.454.824	1.600.306	4.180	0	0	1.780.680	5.813.035			461.719	2.296.186		
		T 2-N-4	12.239	12.390	3.001	133.398	40.016	26.666	1.810.840	1.991.924	720	184.032	61.344	61.344	2.317.640			0	88.010		
		T 2-N-5	12.390	12.539	2.981	2.087.539	545.847	177.107	963.047	1.059.352	0	0	0	0	3.773.540			1.574.034	177.107		
		TOTAL			**15.353**	**7.348.782**	**2.524.920**	**1.071.415**	**14.136.081**	**5.016.029**	**4.900**	**184.032**	**61.344**	**1.842.024**	**27.168.598**	**3,09**		**5.993.527**	**2.921.407**	**8.914.934**	**1,7**
	2-N-5	T 2-N-1	11.775	11.795	388	372.408	124.136	104.100	15.004	16.504	0	0	0	0	615.648						
		V 2-N-2	11.795	12.262	9.341	1.245.939	414.129	473.303	927.358	1.020.094	5.870	38.340	0	2.462.280	5.561.349						
		T 2-N-4	12.239	12.390	3.001	133.398	40.016	26.666	1.810.840	1.991.924	720	184.032	61.344	61.344	2.317.640						
		T 2-N-5	12.390	12.539	2.981	2.087.539	545.847	177.107	963.047	1.059.352	0	0	0	0	3.773.540						
		TOTAL			**15.711**	**5.744.588**	**1.905.304**	**781.176**	**11.520.372**	**4.087.874**	**6.590**	**222.372**	**61.344**	**2.523.624**	**22.758.780**	**2,59**		**2.732.388**	**3.304.800**	**6.037.188**	**1,1**
	2-N-6	T 2-N-1	11.775	11.795	388	372.408	124.136	104.100	15.004	16.504	0	0	0	0	615.648			480.040	104.100		
		T 2-N-2	11.795	11.845	1.000	683.998	228.000	248.036	316.311	347.942	0	0	0	0	1.476.345			564.056	248.036		
		V 2-N-3	11.845	12.373	10.569	1.416.599	400.227	88.326	1.962.349	2.158.584	6.040	0	0	2.573.040	6.440.541			0	2.661.366		
		T 2-N-5	12.390	12.539	2.981	2.087.539	545.847	177.107	963.047	1.059.352	0	0	0	0	3.773.540			1.574.034	177.107		
		TOTAL			**14.937**	**4.560.544**	**1.298.210**	**617.569**	**3.256.711**	**3.582.382**	**6.040**	**0**	**0**	**2.573.040**	**12.306.074**	**1,40**		**2.618.130**	**3.190.609**	**5.808.739**	**1,1**

Fonte: Consórcio Engevix-Planservi.

Tabela 3.3.5.2.l
Interferências com Cobertura Vegetal, Áreas Urbanas e População – SUBTRECHO 2N – Macro-diretriz Intermediária

	Alternativas	(T) Trechos e (V) Variantes	Estaca		Extensão	Cobertura Vegetal	IC Vegetação	População		IC Interferências População	Segmentação de Áreas Urbanas (em metros lineares)	IC Segmentação de Áreas Urbanas
			INICIAL	FINAL	(m)			Habitantes	Famílias			
SUBTRECHO 2-N	2-N-1	T 2-N-1	11.775	11.795	388	205		6	2		0	
		T 2-N-2	11.795	11.845	1.000	510		45	11		0	
		T 2-N-3	11.845	12.239	7.899	2.653		113	28		128	
		T 2-N-4	12.239	12.390	3.001	1.424		1	0		0	
		T 2-N-5	12.390	12.539	2.981	2.183		7	2		0	
		TOTAL			**15.269**	**6.975**	**3,0**	**172**	**43**	**4,1**	**128**	**2,4**
	2-N-2	T 2-N-1	11.775	11.795	388	205		6	2		0	
		V 2-N-4	11.795	12.380	11.707	3.251		43	11		61	
		T 2-N-5	12.390	12.539	2.981	2.183		7	2		0	
		TOTAL			**15.076**	**5.639**	**2,4**	**56**	**14**	**1,3**	**61**	**1,2**
	2-N-3	T 2-N-1	11.775	11.795	388	205		6	2		556	
		V 2-N-5	11.795	12.452	13.144	2.069		36	9		0	
		TOTAL			**13.531**	**2.274**	**1,0**	**42**	**11**	**1,0**	**556**	**10,5**
	2-N-4	T 2-N-1	11.775	11.795	388	205		6	2		0	
		T 2-N-2	11.795	11.845	1.000	510		45	11		0	
		V 2-N-1	11.845	12.244	7.983	1.678		113	28		179	
		T 2-N-4	12.239	12.390	3.001	1.424		1	0		41	
		T 2-N-5	12.390	12.539	2.981	2.183		7	2		0	
		TOTAL			**15.353**	**6.000**	**2,6**	**172**	**43**	**4,1**	**220**	**4,2**
	2-N-5	T 2-N-1	11.775	11.795	388	205		6	2		0	
		V 2-N-2	11.795	12.262	9.341	1.581		66	17		53	
		T 2-N-4	12.239	12.390	3.001	1.424		1	0		0	
		T 2-N-5	12.390	12.539	2.981	2.183		7	2		0	
		TOTAL			**15.711**	**5.393**	**2,3**	**80**	**20**	**1,9**	**53**	**1,0**
	2-N-6	T 2-N-1	11.775	11.795	388	205		6	2		0	
		T 2-N-2	11.795	11.845	1.000	510		66	17		0	
		V 2-N-3	11.845	12.373	10.569	2.156		1	0		179	
		T 2-N-5	12.390	12.539	2.981	2.183		7	2		0	
		TOTAL			**14.937**	**5.054**	**2,2**	**80**	**20**	**1,9**	**179**	**3,4**

Subtrecho 3N – Estrada Guarulhos-Mairiporã à Estrada Guarulhos-Nazaré Paulista

Trata-se de subtrecho no qual foi formulada apenas uma diretriz, composta por segmento de 7,5 quilômetros, dos quais 2,3 são túneis, o que evidencia um relevo também acidentado nesse trecho.

As áreas atravessadas pertencentes aos municípios de Mairiporã e Guarulhos são rurais. O número de famílias afetadas é estimado em 23. As interferências lineares sobre a cobertura vegetal nativa totalizam 3,2 km. Nesse segmento há ainda a travessia do Parque Estadual Itaberaba, prevista em sua quase totalidade em túnel e no setor mais estreito da unidade de conservação. Contudo, em função da amplitude do relevo, parte do percurso se desenvolve em superfície, o que implica na execução de atividades de terraplenagem no interior da unidade de conservação.

Tratando-se de única diretriz no trecho não há seleção a ser efetuada. As **Tabelas 3.3.5.2.m** e **3.3.5.2.n** consolidam quantitativos relativos à intensidade das atividades de terraplenagem (quantitativos de movimentação de terra) e às interferências sobre cobertura vegetal e usos do solo.

O **Registro Fotográfico** apresentado no final do **Capítulo 3.0** ilustra as características principais do Subtrecho e das suas alternativas.

Tabela 3.3.5.2.m
Quantitativo de terraplenagem – SUBTRECHO 3N – Macro-diretriz Intermediária

	Alternativas	(T) Trechos e (V) Variantes	Estaca		Extensão	Terraplenagem (m^3)					Túneis				(Σ) Intensidade Mov. Terra Terrapl. + Túnel	IC Intensidade Mov. Terra	Balanço (m^3)			(Σ) Bota fora (m^3)	IC Mat. Excedente
						Escavação			Aterro		Extensão	Escavação (m^3)					Emprést.	Bota-fora			
			INICIAL	FINAL	(m)	1ª	2ª	3ª	Geom.	(+10%)	(m)	1ª	2ª	3ª				1ª / 2ª	3ª		
SUBTRECHO 3-N	3-N-1	T 3-N-1	12.539	12.915	7.519	1.750.694	492.103	136.457	988.732	1.087.605	2.360	619.404	201.072	184.884	4.373.346			1.975.668	321.341		
		TOTAL			**7.519**	**1.750.694**	**492.103**	**136.457**	**988.732**	**1.087.605**	**2.360**	**619.404**	**201.072**	**184.884**	**4.373.346**	**1,0**		**1.975.668**	**321.341**	**2.297.009**	**1,0**

Fonte: Consórcio Engevix-Planservi.

Tabela 3.3.5.2.n
Interferências com Cobertura Vegetal, Áreas Urbanas e População – SUBTRECHO 3N – Macro-diretriz Intermediária

	Alternativas	(T) Trechos e (V) Variantes	Estaca		Extensão	Cobertura Vegetal (em metros Lineares)	IC Vegetação	População		IC Interferências População	Segmentação de Áreas Urbanas (em metros lineares)	IC Segmentação de Áreas Urbanas
			INICIAL	FINAL	(m)			Habitantes	Famílias			
SUBTRECHO 3-N	3-N-1	T 3-N-1	12.539	12.915	7.519	3183		93	23		39	
		TOTAL			**7.519**	**3.183**	**1,00**	**93**	**23**	**1,00**		**1,0**

Subtrecho 4N – Estrada Guarulhos-Nazaré Paulista ao Trecho Leste do Rodoanel/Via Dutra

Assim como o Subtrecho 4S da Macro-diretriz Interna, o Subtrecho 4N constitui o Subtrecho final da Macro-diretriz Intermediária, compreendendo a interligação com o Trecho Leste do Rodoanel. Os condicionantes são os mesmos da Macro-diretriz Interna e se referem ao ponto final do Trecho Norte, a ocupação urbana e áreas de mineração ativa. O relevo é suave, sem ocorrência de áreas amorreadas que influenciaram significativamente na configuração de alternativas de traçado nos subtrechos anteriores.

Foram formuladas três alternativas de traçado, denominadas Alternativas 4N1, 4N2 e 4N3. As **Tabelas 3.3.5.2.o** e **3.3.5.2.p** consolidam dados quantitativos para fins de comparação. Alguns dos segmentos são comuns às diretrizes da Macro-diretriz Interna.

A **Alternativa 4N1** é produto da combinação do Trecho 4N1 e do Trecho 4N2. Compõe a combinação de segmentos mais ao norte ou mais externa em relação ao centro metropolitano, se desenvolvendo ao norte da área de exploração de areia, seguindo posteriormente na direção do encontro com o Trecho Leste. Tem extensão total de 9 quilômetros com predomínio de seções em corte e aterro e três túneis (0,6 km).

A extensão sobre a cobertura vegetal nativa é de 4,5 quilômetros (IC = 1,4). O número de famílias afetadas é de 7. O volume de material excedente é de 1.500.000 m^3.

Sendo a opção mais ao norte, acaba também significando em maior percurso, com penalização ao usuário da rodovia sem ganhos ambientais significativos, o que em parte desfavorece a seleção desta diretriz.

A **Alternativa 4N2** é formada pelo Trecho 4N1 e pela Variante 4N2. Apresenta situação locacional semelhante à opção anterior, se diferenciado no Trecho 4N2, posicionado ao norte da área de lavra de areia. O segmento Variante 4N2 da alternativa 4N2 está posicionado ao sul desta área de exploração mineral. A extensão total é de 8 km, com apenas 4 famílias afetadas, uma vez que se sobrepõe ou mesmo tangencia áreas urbanas.

A extensão sobre a cobertura vegetal nativa é de 4,3 quilômetros. O volume de material excedente é de 2.131.000 m^3.

Por fim, a **Alternativa 4N3**, formada pela combinação da Variante 4N1, do Trecho 4S3 e do Trecho 4S4, em relação às opções anteriores se posiciona mais ao sul, se desenvolvendo entre os vazios urbanos existentes na região da Estrada da Fartura.

A extensão total é de 7,9 km. As interferências sobre a cobertura vegetal nativa somam 3,3 quilômetros (IC = 1,0) . O volume de material excedente é o menor dentre as opções, sendo estimado em 1.208.784 m^3.

As diretrizes no seu desenvolvimento foram formuladas de forma a evitar interferências significativas com áreas urbanizadas. Em todo caso há interferências com áreas residenciais que foram estimadas em 80 famílias.

Embora com impactos mais significativos sobre a ocupação urbana, com estimativa de 80 famílias afetadas, considerando o posicionamento mais ao sul da diretriz, em área mais antropizada, bem como o fato de que as interferências sobre áreas urbanas são passíveis de ajuste, na comparação com as opções anteriores recomenda-se a seleção da **Alternativa 4N3 (Variante 4N1, Trechos 4S3 e 4S4)**.

Além de menor extensão, esta opção é que apresenta melhor balanceamento de materiais e menor interferência sobre a cobertura vegetal, se desenvolvendo em áreas com maior nível de antropização que a Alternativa 4N1.

O **Registro Fotográfico** apresentado no final do **Capítulo 3.0** ilustra as características principais do Subtrecho e das suas alternativas.

Tabela 3.3.5.2.o
Quantitativo de terraplenagem – SUBTRECHO 4N – Macro-diretriz Intermediária

	Alternativas	(T) Trechos e (V) Variantes	Estaca		Extensão	Terraplenagem (m^3)					Túneis				(Σ) Intensidade Mov. Terra Terrapl. + Túnel	IC Intensidade Mov. Terra	Balanço (m^3)			(Σ) Bota fora (m^3)	IC Mat. Excedente
						Escavação			Aterro		Extensão	Escavação (m^3)					Emprést.	Bota-fora			
			INICIAL	FINAL	(m)	1ª	2ª	3ª	Geom.	(+10%)	(m)	1ª	2ª	3ª				1ª / 2ª	3ª		
SUBTRECHO 4-N	4-N-1	T 4-N-1	12.915	13.120	4.100	1.017.039	292.113	151.415	539.686	593.655	580	161.028	49.416	36.636	2.247.333						
		T 4-N-2	13.120	13.366	4.923	1.498.307	101.379	15.951	1.109.199	1.220.119	0	0	0	0	2.724.836						
		TOTAL			**9.023**	**2.515.346**	**393.492**	**167.366**	**1.648.885**	**1.813.774**	**580**	**161.028**	**49.416**	**36.636**	**4.972.169**	**1,19**		**1.305.509**	**204.002**	**1.509.511**	**1,25**
	4-N-2	T 4-N-1	12.915	13.120	4.100	1.017.039	292.113	151.415	539.686	593.655	580	161.028	49.416	36.636	2.247.333			925.941	188.051		
		V 4-N-2	13.120	13.319	3.993	1.467.916	24.000	0	431.061	474.167	0	0	0	0	1.922.977			1.017.749	0		
		TOTAL			**8.093**	**2.484.955**	**316.113**	**151.415**	**970.747**	**1.067.822**	**580**	**161.028**	**49.416**	**36.636**	**4.170.310**	**1,00**		**1.943.690**	**188.051**	**2.131.741**	**1,76**
	4-N-3	V 4-N-1	12.915	13.076	3.239	940.921	235.231	0	519.662	571.628	320	109.056	27.264	0	1.832.134						
		T 4-S-3	12.882	13.010	2.549	853.722	0	0	566.253	622.878	0	0	0	0	1.419.975						
		T 4-S-4	13.010	13.117	2.159	634.040	0	0	360.858	396.944	0	0	0	0	994.898						
		TOTAL			**7.947**	**2.428.683**	**235.231**	**0**	**1.446.773**	**1.591.450**	**320**	**109.056**	**27.264**	**0**	**4.247.007**	**1,02**		**1.208.784**	**0**	**1.208.784**	**1,00**

Fonte: Consórcio Engevix-Planservi.

Tabela 3.3.5.2.p
Quantitativo de terraplenagem – SUBTRECHO 4N – Macro-diretriz Intermediária

	Alternativas	(T) Trechos e (V) Variantes	Estaca		Extensão	Cobertura Vegetal (em metros lineares)	IC Vegetação	População		IC Interferências População	Segmentação de Áreas Urbanas (em metros Lineares)	IC Segmentação de Áreas Urbanas
								Habitantes (pessoas)	Famílias			
			INICIAL	FINAL	(m)							
SUBTRECHO 4-N	4-N-1	T 4-N-1	12.915	13.120	4.100	1.837,71		3	1		0	
		T 4-N-2	13.120	13.366	4.923	2737,85		23	6		0	
		TOTAL			**9.023**	**4.576**	**1,4**	**26**	**7**	**1,9**	**0**	**0,0**
	4-N-2	T 4-N-1	12.915	13.120	4.100	1.837,71		3	1		0	
		V 4-N-2	13.120	13.319	3.993	2228,97		11	3		96	
		TOTAL			**8.093**	**4.067**	**1,2**	**14**	**3,5**	**1,0**	**96**	**1,0**
	4-N-3	V 4-N-1	12.915	13.076	3.239	1961,90		0	0		0	
		T 4-S-3	12.882	13.010	2.549	868,56		255	64		240	
		T 4-S-4	13.010	13.117	2.159	482,78		63	16		95	
		TOTAL			**7.947**	**3.313**	**1,0**	**318**	**80**	**22,7**	**335**	**3,5**

A análise desenvolvida ao longo da presente Seção resultou na seleção de um traçado preferencial ao longo da Macro-diretriz Interna e outro que se desenvolve pela Macro-diretriz Intermediária.

Os dois eixos identificados podem ser considerados as melhores opções de implantação do Trecho Norte do Rodoanel. No desenvolvimento dos estudos de alternativas esses eixos foram considerados diretrizes ou alternativas preferenciais.

Na 5ª etapa as duas diretrizes preferenciais foram otimizadas objetivando eliminar ou reduzir interferências diagnosticadas na 4ª etapa e, em seguida foram comparadas.

O resultado da avaliação comparativa das alternativas de traçado, efetuada segundo os quatro subtrechos inicialmente definidos para as Macro-diretrizes Interna e Intermediária, é apresentado na **Figura 3.3.5.2.c**.

3.3.6
5ª ETAPA – Otimização das Alternativas Preferenciais e Seleção Final do Traçado

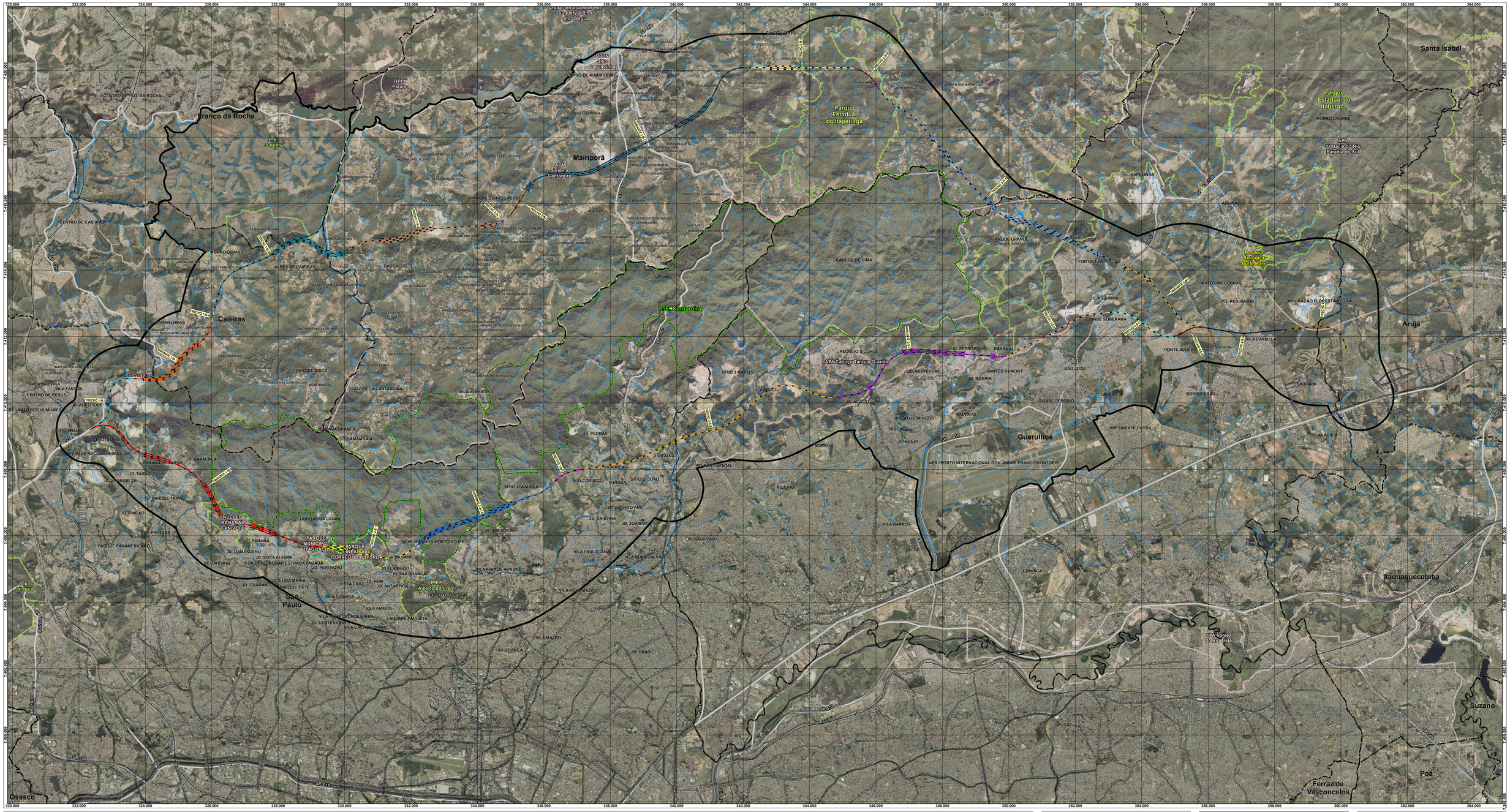
Tendo como referência a Diretriz Preferencial Interna e a Diretriz Preferencial Intermediária, conforme definido na **Seção 3.3.1**, relativa aos procedimentos metodológicos adotados nos estudos de alternativas do Trecho Norte do Rodoanel, apresenta-se a seguir a seleção final do traçado recomendado.

Nas etapas anteriores, foram inventariados todos os estudos locacionais já desenvolvidos para o Trecho Norte, selecionadas Macro-diretrizes de traçado, e formuladas e selecionadas duas alternativas de traçado preferenciais, sendo uma derivada de estudos na Macro-diretriz Interna, ao sul do Parque Estadual da Cantareira - PEC, e outra produto dos estudos ao longo da Macro-diretriz Intermediária, portanto ao norte do PEC.

Também como parte dos procedimentos metodológicos delineados na Seção 3.3.1, foram efetuadas consultas e reuniões por meio das quais foi conduzida interlocução técnica sobre o empreendimento, reunindo, de um lado, representantes da DERSA, do consórcio projetista e da equipe técnica do EIA, e de outro, autoridades e técnicos das Prefeituras e de outras instituições vinculadas à área ambiental e de transportes. Com tal procedimento foram recolhidas sugestões e demandas dos municípios, que foram incorporadas tanto na análise de alternativas, como também na otimização dos traçados selecionados.

Todas as sugestões recebidas foram analisadas quanto à viabilidade de sua incorporação no estudo e no projeto, considerando, para tanto, os aspectos de engenharia (geométricos e construtivos), ambientais e econômicos.

Simultaneamente, foram desenvolvidos estudos detalhados de engenharia que resultaram, na prática, na produção de dois projetos geométricos, sendo um para a Alternativa Preferencial Interna e outro para a Intermediária. O estudo dos eixos selecionados, no nível de detalhe de um projeto geométrico, permitiu atestar a viabilidade de implantação das duas opções de traçado sob o aspecto construtivo e geométrico, considerando a redução ou eliminação de interferências indesejáveis, com incorporação, sempre que possível, das sugestões recolhidas durante os estudos.



LEGENDA

- Limite da AID
- Rodovias
- Sistema Viário
- Ferrovias
- Cursos d'água
- Parque Estadual da Cantareira
- Parques
- Reserva Biológica
- APA e RPPN
- Limite de Municípios

Alternativa Interna

- *Variante 1-S-2*
- *Trecho 2-S-1*
- *Variante 2-S-1A*
- *Trecho 3-S-1*
- *Trecho 3-S-2*
- *Variante 3-S-7*
- *Trecho 3-S-5*
- *Trecho 4-S-1*
- *Trecho 4-S-2*
- *Trecho 4-S-3*
- *Trecho 4-S-4*

Alternativa Intermediária

- *Trecho 1-N-1*
- *Variante 1-N-1*
- *Trecho 1-N-4*
- *Trecho 1-N-5*
- *Trecho 1-N-6*
- *Trecho 2-N-1*
- *Trecho 2-N-2*
- *Variante 2-N-1*
- *Trecho 2-N-4*
- *Trecho 2-N-5*
- *Trecho 3-N-1*
- *Variante 4-N-1*

Escala 1:50.000

500 250 0 500 1.000 1.500 2.000 m

1 cm = 500 m

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 23S
Datum Córrego Alegre

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

Base: BASE Aerofotogrametria e Projetos S.A. - Ortofoto Escala 1:30.000
Maio a Outubro / 2007

Data: 18/08/2010 Des.: Figura3352c_Eixos_Sel_Macro_Dir_Interna_Interm.mxd

CONSÓRCIO: JGP PRIME Engenharia

Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A. — RODOANEL MARIO COVAS TRECHO NORTE

Figura 3.3.5.2.c.

EIXOS BÁSICOS SELECIONADOS NAS MACRO-DIRETRIZES INTERNA E INTERMEDIÁRIA

A **Figura 3.3.6.a**, a seguir, apresenta a sobreposição entre os eixos selecionados na etapa anterior para as diretrizes preferenciais Interna e Intermediária.

Foram consideradas no projeto, as interseções com a Rodovia Fernão Dias para as duas diretrizes, e com a Avenida Inajar de Souza, no caso da Alternativa Interna, confirmando a viabilidade de implantação dos dispositivos de interseção nos pontos de passagem selecionados. No caso da Alternativa Intermediária, não há viabilidade de implantação de conexão entre a Avenida Inajar de Souza e o Trecho Norte.

De modo semelhante, um acesso ao Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos torna-se viável a partir da Alternativa Preferencial Interna, cujo eixo selecionado está situado a pouco mais de 2 quilômetros do sítio aeroportuário e Rodovia Hélio Smidt. No caso da Alternativa Preferencial Intermediária, a distância mínima entre o eixo selecionado e o aeroporto seria da ordem de 7 quilômetros, em linha reta, sem considerar as interferências a ser evitadas em um estudo detalhado de traçado. Nesse contexto, para a Alternativa Preferencial Intermediária, esta interligação viária do Rodoanel com o Aeroporto.não apresenta-se atrativa.

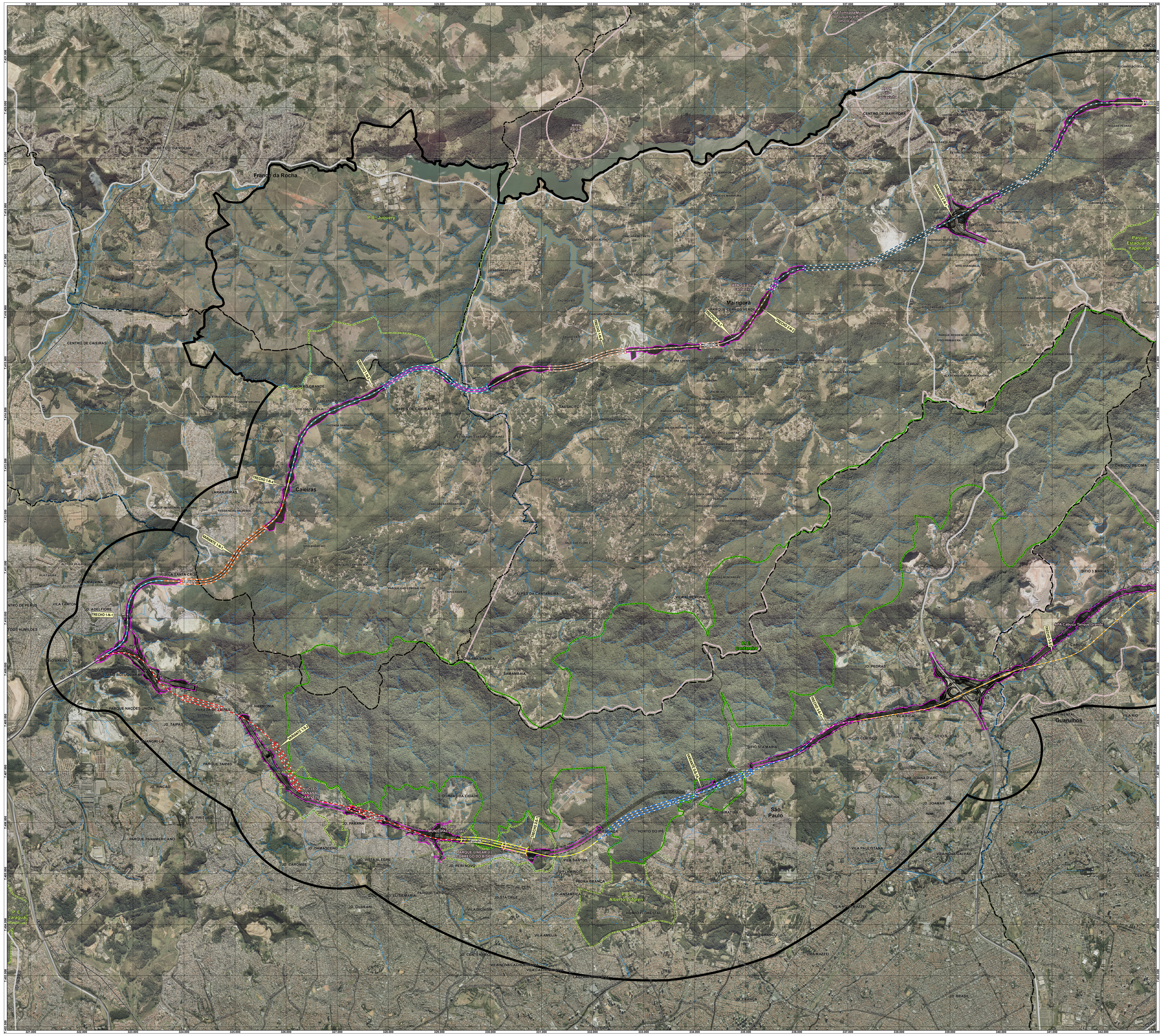
De qualquer forma, a análise da Figura 3.3.6.a permite verificar a sobreposição do projeto das Alternativas Preferenciais sobre os eixos selecionados na fase anterior, evidenciando os trechos em que o traçado preferencial das duas alternativas foi modificado visando à otimização socioambiental.

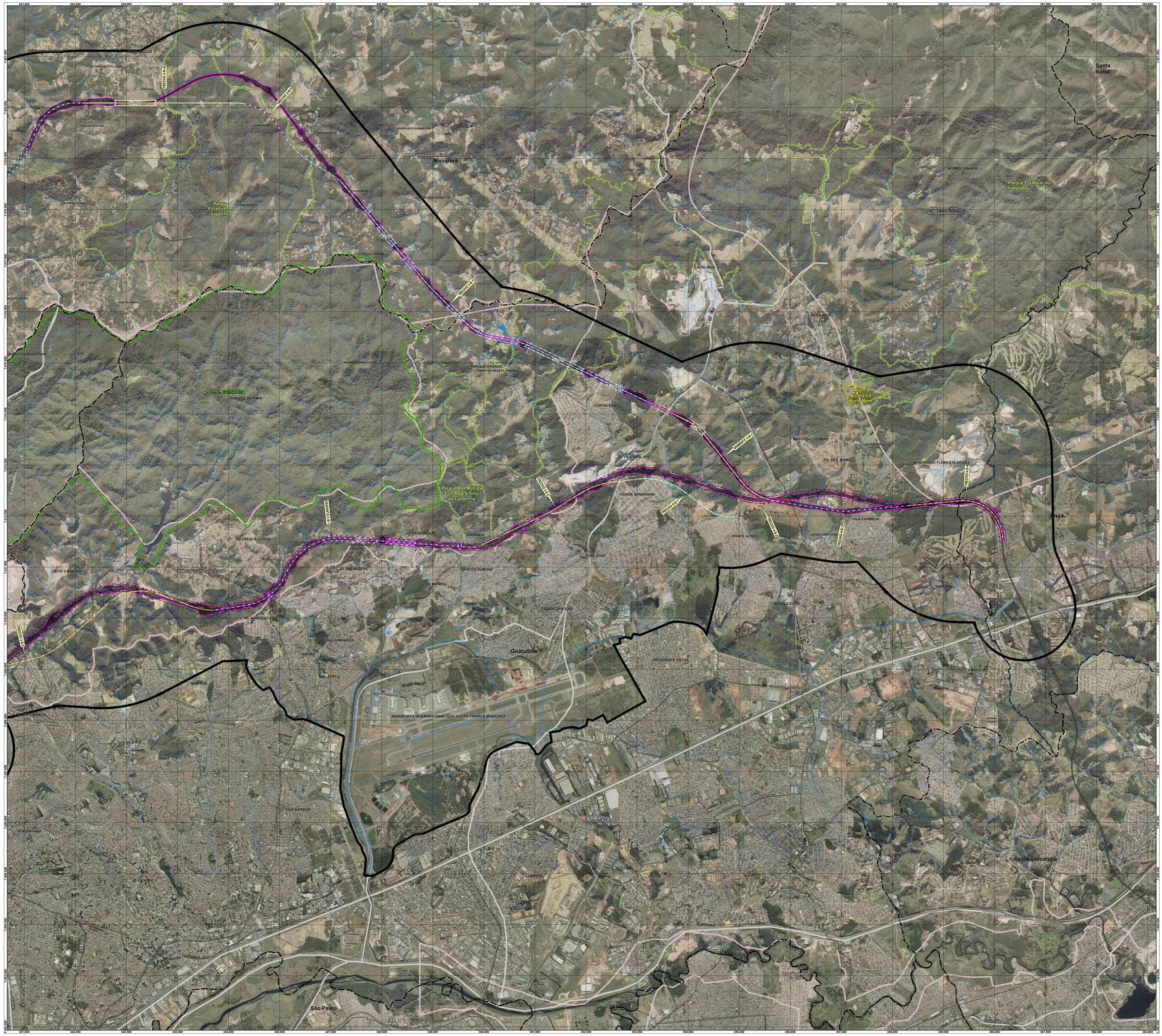
Inicialmente, em relação à Alternativa Interna, os ajustes no eixo incluíram modificações na região da travessia do núcleo populacional de Parada de Taipas (Estacas 11075 a 11275) por razões geométricas e construtivas dos segmentos em túnel, e também em atendimento a sugestão técnica da Prefeitura de São Paulo, de maneira a maximizar o potencial efeito barreira do Rodoanel à expansão urbana irregular no local.

Entre as estacas 11500 e 11750 foram incorporados também ajustes, buscando melhor desempenho geométrico, construtivo e ambiental. Trata-se de trecho entre a Avenida Inajar de Souza e a região da Fazenda Santa Maria, na região do Tremembé. Nesse trecho, o traçado final foi ajustado de forma a eliminar a sobreposição com o loteamento Jardim Itatinga, antes afetado diretamente pelo emboque de segmento em túnel (Túnel 4). Deve-se ressaltar que neste trecho, o projeto da Interseção do Rodoanel com a av. Inajar de Souza ainda pode ser ajustado no detalhamento do projeto de engenharia, visando minimização de interferências com usos locais.

Os ajustes nesse trecho objetivaram ainda garantir que os emboques dos túneis na região do clube da SABESP (Estaca 11675) fossem integralmente posicionados fora do PEC. Cabe mencionar que os limites da unidade de conservação não estão atualmente locados topograficamente neste ponto estratégico de passagem, dificultando o desenvolvimento dos estudos de engenharia nesse segmento do traçado da Alternativa Preferencial Interna, uma vez que o vale atravessado é contíguo ao parque.

Na altura das estacas 11725 e 11750, também em atendimento às solicitações técnicas da Secretaria do Verde e Meio Ambiente, foi possível ampliar a possibilidade de travessia da fauna silvestre em área proposta para implantação de um futuro parque municipal, incorporando, no eixo, um trecho em viaduto com extensão de 360 metros, substituindo trecho em aterro anteriormente planejado na saída do emboque de Túnel 5.


Franco da Rocha
Mairiporã
Caieiras
Francisco Morato
Guarulhos
São Paulo
Cajamar
Santana de Parnaíba
Pirapora do Bom Jesus
Cabreúva
Jundiaí
Várzea Paulista
Campo Limpo Paulista
Itupeva
Indaiatuba
Salto
Itu
Sorocaba
Araçariguama
Pirapitingui
Vinhedo
Valinhos
Campinas
Hortolândia
Sumaré
Paulínia
Americana
Santa Bárbara d'Oeste
Nova Odessa
Artur Nogueira
Engenheiro Coelho
Cosmópolis
Arthur Nogueira
Holambra
Jaguariúna
Pedreira
Amparo
Serra Negra
Lindóia
Águas de Lindóia
Socorro
Monte Alegre do Sul
Pinhalzinho
Tuiuti
Bragança Paulista
Atibaia
Nazaré Paulista
Piracaia
Joanópolis
Vargem
Extrema
Itapeva
Tremembé
Pinda
Aparecida
Potim
Roseira
Canas
Cachoeira Paulista
Lavrinhas
Queluz
Silveiras
Cunha
Guaratinguetá
Aparecida
Lorena
Piquete
Canas
Cruzeiro
Arujá
Santa Isabel
Igaratá
Jacareí
São José dos Campos
Caçapava
Taubaté
Tremembé
Pindamonhangaba
Santo Antônio do Pinhal
Campos do Jordão
Monteiro Lobato
Santo Antônio do Pinhal
Paraibuna
Natividade da Serra
Redenção da Serra
Caraguatatuba
Ubatuba
São Sebastião
Ilhabela
Bertioga
Guarujá
Santos
São Vicente
Praia Grande
Mongaguá
Itanhaém
Peruíbe
Iguape
Ilha Comprida
Cananéia
Juquitiba
São Lourenço da Serra
Embu-Guaçu
Itapecerica da Serra
Embu das Artes
Taboão da Serra
Osasco
Barueri
Jandira
Itapevi
Santana de Parnaíba
Cotia
Vargem Grande Paulista
Araçariguama
Pirapora do Bom Jesus
Ibiúna
Piedade
Tapiraí
Juquiá
Miracatu
Pariquera-Açu
Jacupiranga
Cajati
Eldorado
Iporanga
Apiaí
Barra do Turvo
Cerro Azul
Adrianópolis
Ribeira
Itaoca
Itapirapuã Paulista
Capão Bonito
Guapiara
Ribeirão Grande
Sarutaiá
Taquarivaí
Angatuba
Tatuí
Cesário Lange
Porangaba
Quadra
Torre de Pedra
Boituva
Tietê
Cerquilho
Pereiras
Capela do Alto
Sarapuí
Ibiúna
Alumínio
Mairinque
São Roque
Araçariguama
Pirapora do Bom Jesus
Santana de Parnaíba
Barueri
Jandira
Itapevi
Cotia
Vargem Grande Paulista
Embu-Guaçu
Itapecerica da Serra
Embu das Artes
Taboão da Serra
Osasco
Juquitiba
São Lourenço da Serra
Área Tombada Morro do Juquery e Pico do Jaraguá
RPPN Parabó
RPPN Sítio Capuavinha
P. E. Juquery
P. E. Cantareira
P. E. Alberto Löfgren
P. E. Jaraguá
Parque Estadual do Itapetinga
APA Sistema Cantareira
APA Cabuçu Tanque Grande
CENTRO DE MAIRIPORÃ
CENTRO DE F.CO DA ROCHA
CENTRO DE CAIEIRAS
CENTRO DE PERUS
CENTRO
CENTRO CONTINENTAL Guarulhos
ALPES DE MAIRIPORÃ
ALPES DE CAIEIRAS
ALPES DA CANTAREIRA
CERROS DE MAIRIPORÃ
SAUSALITO
SAMAMBAIA
PARQUE CERROS VERDE
PARQUE SUÍÇA
PARQUE NOVA SUÍÇA
PARQUE TAIPAS
PARQUE NAÇÕES UNIDAS
PARQUE PANAMERICANO
PARQUE INDUSTRIAL NOVA CAIEIRAS
PARQUE LINEAR do CÓRREGO DO BISPO
PARQUE MUNICIPAL ITAGUAÇU
PARQUE TIETÊ
PARQUE PETRÓPOLIS
PARQUE PETRÓPOLIS PAULISTA
VILA SANTA CRUZ
VILA ALBERTINA
VILA AMÉLIA
VILA DIONÍSIA
VILA NOVA CACHOEIRINHA
VILA CACHOEIRINHA
VILA SANTOS
VILA MAZZEI
VILA RICA
VILA GALVÃO
VILA PAULISTANA
VILA NOVA GALVÃO
VILA RIO
BAIRRO BRANCO
HORTO FLORESTAL
HORTO DO IPÊ
LARANJEIRAS
LAUZANE PAULISTA
CAIEIRAS
CABUÇU
CUMBICA
TURNAS
SITIO 3 MARIAS
SITIO SANTO ANTONIO
SITIO BOTUGUARA
SITIO SANTA MARIA
SITIO S. JOÃO
JD. HARMONIA
JD. TAIPAS
JD. SANGRILA
JD. RINCÃO
JD. PIRITUBA
JD. PARANÁ
JD. DAMASCENO
JD. CAROMBÉ
JD. VISTA ALEGRE
JD. PERI NOVO
JD. PERI
JD. ELISA MARIA
JD. GUARANI
JD. STA CRUZ
JD. ANTARTICA
JD. CENTENÁRIO
JD. EBANGA
JD. BRASIL
JD. PEDRAS
JD. CRISTINA
JD. JOAMAR
JD. IBIRATIBA
JD. JOANA D'ARC
JD. CORISCO
QUINTAS DA CIDADE
NÚCLEO BANANAL CANIVETE
TRECHO 1-N-1
TRECHO 1-N-2
TRECHO 1-N-3
TRECHO 1-N-4
TRECHO 1-N-5
TRECHO 1-N-6
TRECHO 2-N-1
TRECHO 2-N-2
TRECHO 2-N-4
TRECHO 2-N-5
TRECHO 3-N-1
TRECHO 4-N-1
VARIANTE 1-N-1
VARIANTE 2-N-1A
VARIANTE 2-N-2
VARIANTE 3-N-1
VARIANTE 4-N-1
TRECHO 1-S-1
TRECHO 1-S-2
TRECHO 2-S-1
TRECHO 3-S-1
TRECHO 3-S-2
TRECHO 3-S-5
TRECHO 3-S-7
TRECHO 4-S-1
TRECHO 4-S-2
TRECHO 4-S-3
TRECHO 4-S-4
VARIANTE 1-S-2
VARIANTE 2-S-1A
Túnel 1
Túnel 2
Túnel 3
Túnel 4
Túnel 5
Túnel 6
SP 008
SP 023
SP 065
SP 332
SP 333
SP 334
SP 348
SP 360
SP 070
SP 099
SP 102
SP 330
SP 340
SP 021
SP 075
SP 101
SP 280
SP 300
SP 310
SP 320
SP 330
SP 340
SP 350
SP 360
SP 370
SP 380
SP 390
SP 400
SP 410
SP 420
SP 430
SP 440
SP 450
SP 460
SP 470
SP 480
SP 490
SP


Mairiporã
Santa Isabel
Arujá
Guarulhos
Itaquaquecetuba
São Paulo
P. E. Cantareira
Parque Estadual do Itaberaba
Parque Estadual do Itapetinga
Parque Nat Mun da Cult Negra-Sitio da Candinha
APA Sistema Cantareira
APA Cabuçu Tanque Grande
APA do Rio Baraba do Sul
APA Várzea do Rio Tietê
Reserva Biológica Burle Marx
AEROPORTO INTERNACIONAL GOV. ANDRE FRANCO MONTORO
TRECHO 2-N-1
TRECHO 3-N-1
TRECHO 4-N-1
TRECHO 4-S-1
TRECHO 4-S-2
TRECHO 4-S-3
TRECHO 4-S-4
TRECHO 4-S-5
TRECHO 4-S-6
TRECHO 4-S-7
TRECHO 3-S-1
TRECHO 3-S-2
VARIANTE 4-N-1
VARIANTE 4-S-1
VARIANTE 3-S-7
Túnel 1-N
Túnel 2-N
Túnel 3-N
Túnel 4-N
Túnel 5-N
Túnel 6-N
Túnel 1-S
Túnel 2-S
Túnel 3-S
Túnel 4-S
Túnel 5-S
Túnel 6-S
Túnel 7-S
Túnel 8-S
Túnel 9-S
Túnel 10-S
Túnel 11-S
Túnel 12-S
Túnel 13-S
Túnel 14-S
Túnel 15-S
Túnel 16-S
Túnel 17-S
Túnel 18-S
Túnel 19-S
Túnel 20-S
Túnel

Outros ajustes foram efetuados no traçado da Alternativa Preferencial Interna no município de Guarulhos, os quais objetivaram reduzir interferências com os bairros Cidade Soberana e Ponte Alta II (11710 a 12860), reduzindo a sobreposição com áreas residenciais e os impactos sociais decorrentes.

Ao longo da Alternativa Preferencial Intermediária foi incorporada modificação no traçado no trecho de travessia do Parque Estadual Itapetinga, em Mairiporã. Na etapa anterior dos estudos, a alternativa de traçado selecionada desenvolvia percurso no interior do parque em extensão aproximada de 3,5 quilômetros, em corte e aterro. O traçado preferencial foi deslocado para o norte, buscando o setor do parque com menor distância de travessia (menor largura no polígono que delimita a unidade de conservação). Em função das amplitudes mais modestas do relevo na zona atravessada, não foi possível considerar a implantação de trecho em túnel; porém, foi considerada viável a implantação de trecho em viaduto ao longo da travessia do Parque Itapetinga (Estacas 12300 e 12550), com extensão de 1.875 metros, mantendo a conectividade entre os setores sul e norte do Parque Itapetinga.

A extensão total da Alternativa Preferencial Interna é de 42,8 quilômetros, com 6 segmentos em túnel que, juntos, somam 6,3 quilômetros. A extensão da Alternativa Preferencial Intermediária é de 46,9 quilômetros, com 11 trechos em túnel, que, em conjunto, têm 11 quilômetros de extensão.

Para tanto, considerando os ajustes executados nas Alternativas Preferenciais nas Macro-diretrizes Intermediária e Interna, foi desenvolvida uma avaliação comparativa entre ambas, considerando critérios sócio-ambientais, de engenharia e de tráfego. A Alternativa Preferencial recomendada pelo EIA, e objeto de avaliação de impacto ambiental detalhada apresentada nas Seções 7.4 e 7.5, resultou desta análise. As conclusões desta análise encontram-se resumidas a seguir por componente ambiental.

Tipos de Terrenos e impactos no meio físico

Conforme desenvolvido no Diagnóstico do Meio Físico da Área de Influência Direta (AID), o **Quadro 3.3.6.a**, a seguir, resume as suscetibilidades dos terrenos atravessados pelas duas opções de traçado em estudo.

Quadro 3.3.6.a
Suscetibilidades dos Terrenos

Terreno Morfometria	Suscetibilidade
Planície Fluvial (ou Várzea) Inclinação: < 2 %	Terrenos muito suscetíveis à intervenção
Colinoso Amplitude: 20 a 40 m Comp. Rampa: 300 a 900 m Inclinação: 6 % a 15 % Altitudes: 780 a 830 m	Terrenos pouco susceptíveis à interferência com problemas localizados de erosão em sulcos e laminar
Amorreado Baixo Amplitude: 40 a 100 m Comp. Rampa: 200 a 600 m Inclinação: 12% a 35 % Altitudes: 820 a 980 m	Terrenos susceptíveis à interferência com problemas de erosão associados a remoção do solo superficial e ocorrência de movimentos de massa nas encostas inclinadas
Amorreado Montanhoso Amplitude: 120 a 420 m Comp. Rampa: 400 a 1400 m Inclinação: 20 % a 40 % Altitudes: 900 a 1250 m	Terrenos muito susceptíveis à interferência devido à inclinação acentuada de suas encostas e à intensidade dos processos erosivos

Tanto a Alternativa Preferencial Interna como a Intermediária desenvolvem-se sobre terrenos Amorreados Montanhosos, Amorreados Baixos, Colinosos e Planície Fluvial ou Várzea, todos identificados e mapeados na área de estudo. Esses terrenos apresentam maior ou menor suscetibilidade geoambiental quando sofrem interferências diversas, sejam elas vinculadas a ocupação urbana, agricultura ou atividades de terraplenagem.

Os terrenos de menor suscetibilidade são os Colinosos, interceptados pelas duas Alternativas Preferenciais no extremo leste dos eixos, entre Guarulhos e Arujá. Constituem terrenos sustentados principalmente por sedimentos terciários e, secundariamente, por xistos.

As Planícies Fluviais, também suscetíveis às intervenções, são interceptadas descontinuamente ao longo dos dois eixos, uma vez que ocorrem associadas a corpos d'água, entremeadas por terrenos Colinosos ou Amorreados.

Os terrenos Amorreados, conforme sintetizado no **Quadro 3.3.6.a**, são os de maior suscetibilidade. Esses terrenos são interceptados extensivamente pelos dois traçados.

O percurso da Alternativa Preferencial Interna intercepta predominantemente terrenos Amorreados Baixos, que constituem relevos de morros com amplitudes que variam entre 40 e 100 metros. Esses terrenos constituem os contrafortes do conjunto geomorfológico que compõe a serra da Cantareira, e ocorrem entre o Ponto Inicial do Trecho Norte, no município de São Paulo, e a região ao norte do Aeroporto de Guarulhos. Isoladamente, entre áreas de terrenos de Amorreados Baixos, são atravessados terrenos Amorreados Montanhosos, nos quais as amplitudes são superiores a 120 metros.

Já o percurso da Alternativa Preferencial Intermediária, ao norte do PEC, intercepta predominantemente terrenos Amorreados Montanhosos, os quais, conforme especificado no **Quadro 3.3.6.a** e caracterizado no Diagnóstico Ambiental da AID, são os terrenos dotados de maior suscetibilidade às intervenções.

A predominância de percursos sobre os terrenos Amorreados Baixos pela Alternativa Preferencial Interna e em Amorreados Montanhosos pela Alternativa Preferencial Intermediária pode ser mais bem observada nos perfis transversais que constam nos **Anexos 12** e **13**, ou ainda no Mapa dos Tipos de Terrenos (Diagnóstico Ambiental da AID).

Os elementos introduzidos nos projetos das duas alternativas também evidenciam as diferenciações quanto ao percurso em terrenos Amorreados Baixos e Montanhosos. Por exemplo, ao longo da Alternativa Intermediária, em função dos tipos de relevo atravessados, houve necessidade de incorporação, no projeto, de um total de 11 segmentos em túnel, que perfazem uma extensão total de 11 quilômetros, dos 46,9 km que compõem o traçado. Já ao longo da Alternativa Interna, que atravessa predominantemente morros de menor amplitude, foi incorporado, no projeto, um total de 6 túneis, com extensão de 6,3 km, dos 42,8 da Alternativa.

Os quantitativos de terraplenagem estimados para os dois eixos na etapa anterior são também ilustrativos das diferenças quanto às intervenções nos terrenos de maior fragilidade potencial. Reconhecidamente, obras de terraplenagem em terrenos muito acidentados tendem a demandar maior movimentação de terra do que em relevos de menor nível de dissecação. A **Tabela 3.3.6.a**, a seguir, consolida os quantitativos das duas diretrizes, possibilitando a sua comparação. As informações são as mesmas apresentadas na etapa anterior do presente estudo de alternativas.

Tabela 3.3.6.a
Terraplenagem – Alternativa Interna x Alternativa Intermediária

	Alternativa Preferencial Interna			Alternativa Preferencial Intermediária		
Subtrecho	**Intensidade Terraplenagem (em m^3)**	**Material Excedente (em m^3)**	***Footprint* Externo (área para bota-foras em m^2)**	**Intensidade Terraplenagem (em m^3)**	**Material Excedente (em m^3)**	***Footprint* Externo (área para bota-foras em m^2)**
Subtrecho 1	5.560.528	520.665	65.083	14.583.006	7.524.053	940.507
Subtrecho 2	6.910.527	4.141.777	517.722	27.168.598	8.914.934	1.114.367
Subtrecho 3	19.956.246	8.391.032	1.048.879	4.373.346	2.297.009	287.126
Subtrecho 4	4.389.073	506.105	63.263	4.247.007	1.208.784	151.098
Total	**36.816.374**	**13.559.579**	**1.694.947**	**50.371.957**	**19.944.780**	**2.493.098**

As informações evidenciam que a intensidade das atividades de movimentação de terra varia em mais de 13 milhões de m^3 entre o traçado interno e o intermediário. Trata-se de diferença de 36,8% verificada entre trechos cuja extensão total varia em apenas 4 quilômetros (a mais para o traçado intermediário).

Verifica-se o mesmo na geração de material excedente, com variação de mais de 6,3 milhões de m^3 entre a Alternativa Interna e a Intermediária. Tal diferença reflete-se na estimativa de *footprint* externo à faixa de domínio, ou seja, a área necessária para implantação de bota-foras, estimada em 1,6 milhões de m^2 para a Alternativa Interna e em 2,4 milhões de m^2 para a opção Intermediária.

Tais aspectos evidenciam a Alternativa Interna como a mais vantajosa sob a perspectiva das intervenções no relevo, e, por conseguinte, sob o aspecto da geração de impactos ambientais associados à movimentação de terra e inerentes a obras rodoviárias, como a erosão, a instabilização de encostas e o assoreamento. Nesse sentido, cumpre ressaltar que a Alternativa Intermediária, com movimentação de terra significativamente mais intensa que a Interna, encontra-se ainda parcialmente situada em área de contribuição do reservatório Paiva Castro (Sistema Produtor Cantareira), situado na APA Sistema Cantareira. O percurso desta alternativa sobre a área de contribuição do Sistema Produtor Cantareira é de 24 quilômetros em terrenos Amorreados Montanhosos e Amorreados Baixos.

Por outro lado, o percurso da Alternativa Preferencial Interna ocorre predominantemente sobre terrenos Amorreados Baixos, de menor amplitude e de menor fragilidade, e sem sobreposição com áreas de contribuição de sistemas produtores de água bruta para abastecimento público.

Diferentemente do Trecho Sul do Rodoanel, para o qual todas as alternativas viáveis de traçado encontravam-se dentro da área de proteção e recuperação dos mananciais das represas Guarapiranga e Billings, não havendo outras opções de desenvolvimento de traçados fora dessas áreas, no caso do Trecho Norte há possibilidade de posicionamento integral do traçado fora de áreas com tal enquadramento.

Em conjunto, as considerações apresentadas permitem considerar a Alternativa Preferencial Interna como a melhor opção de traçado sob os aspectos do meio físico, apresentando potencial de geração de impactos ambientais menos expressivos em comparação ao potencial impactante da Alternativa Preferencial Intermediária.

A **Figura 3.3.6.b**, a seguir, consolida a presente avaliação mediante a espacialização dos principais impactos ambientais do meio físico ao longo das duas Alternativas Preferenciais.

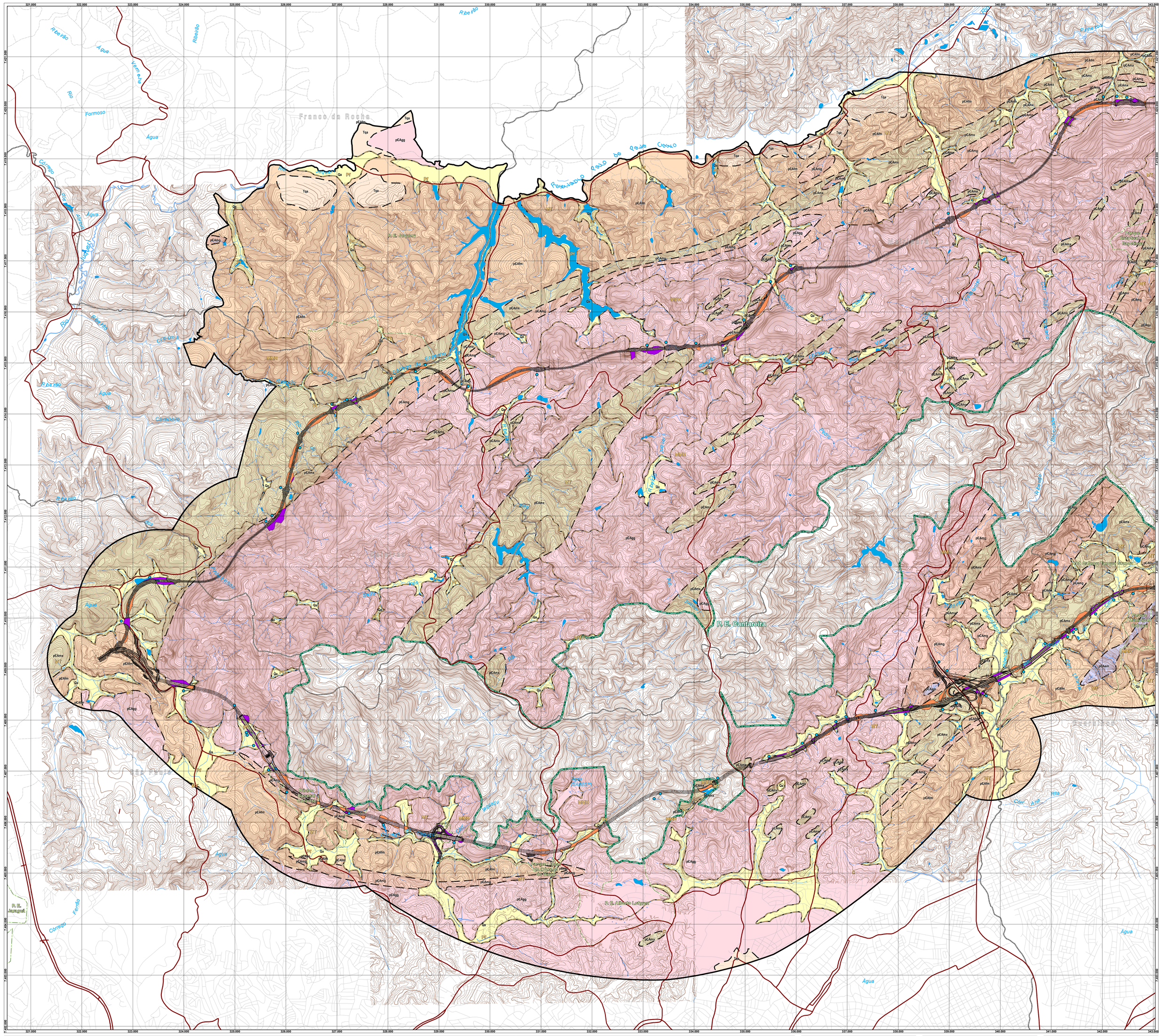
Cobertura Vegetal

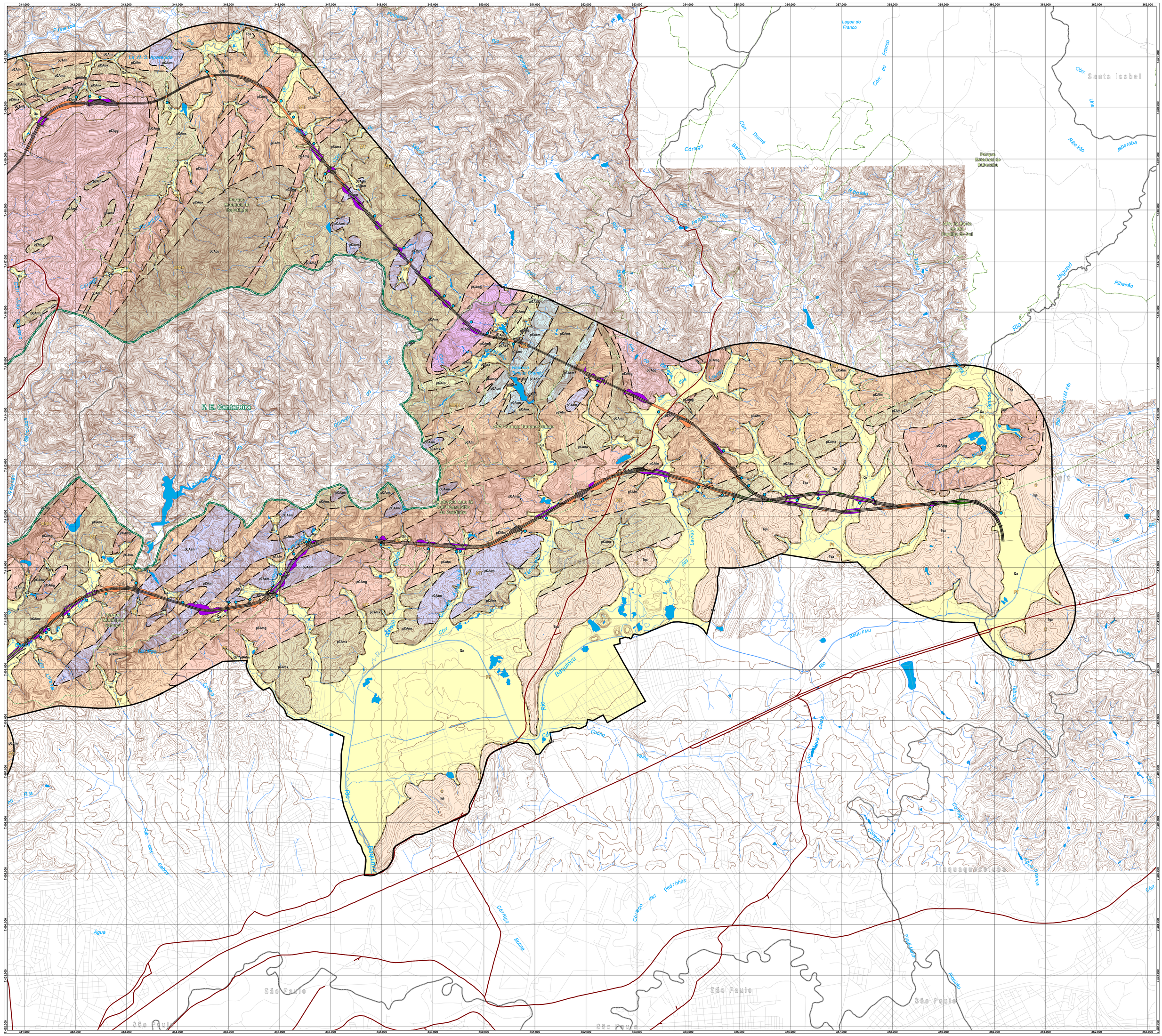
Na Alternativa Preferencial Interna, do fim do Trecho Oeste do Rodoanel até a altura da Avenida Inajar de Souza, o traçado encontra-se aproximadamente na borda inferior dos terrenos declivosos da Serra da Cantareira, onde predominam reflorestamentos e arvoredos entrecortados por formações florestais nativas de pequena extensão e, em sua maior parte, alteradas. Desse modo, a supressão de vegetação nativa será de baixa magnitude e concentrada nos três trechos com previsão de corte e aterro. A opção pela construção de túneis e viadutos contribuirá para a minimização da supressão de vegetação, concentrando-a praticamente nos emboques de túneis e encontros de viadutos. Os remanescentes mais extensos e preservados deste segmento (estágio médio a avançado de regeneração), no primeiro túnel (Jardim Taipas) e primeiro viaduto (Jardim Brasília), serão afetados com supressão de vegetação de baixa magnitude exatamente nos emboques e encontros das duas estruturas.

Da Avenida Inajar de Souza até a Avenida José Ermírio de Morais, existem grandes contínuos florestais preservados (estágio médio a avançado de regeneração) ao longo da Alternativa Preferencial Interna, os quais se encontram, em sua maior parte, dentro do PEC. No entanto, a opção pela construção de três túneis e dois viadutos limitará a supressão de vegetação praticamente aos seus respectivos emboques e encontros. Além dessas áreas, haverá supressão em florestas preservadas de maneira pontual. Ressalta-se que não será necessária a remoção de uma área de várzea com vegetação paludal, na altura da Estrada da Sede, em virtude da construção de um viaduto no local.

Da Avenida José Ermírio de Morais até a Avenida Coronel Sezefredo Fagundes, o traçado segue por corte e aterro em uma área de baixa declividade (várzea), onde ocorrem pequenas propriedades com características rurais e predominam cultivos agrícolas e arvoredos. A vegetação nativa a ser afetada é constituída por três pequenos fragmentos florestais em estágio inicial a médio de regeneração, e um ponto na borda degradada do contínuo florestal da Serra da Cantareira.

Da Avenida Coronel Sezefredo Fagundes até a divisa entre São Paulo e Guarulhos, predominam áreas antropizadas com bairros densamente ocupados em meio a cultivos agrícolas, arvoredos, vegetação ruderal e alguns poucos pequenos reflorestamentos. A supressão de vegetação nativa para implantação de cortes e aterros estará concentrada em praticamente dois pequenos fragmentos florestais degradados em estágio inicial de regeneração.


P. E. Cantareira
P. E. Juquery
P. E. Alberto Lofgren
Núcleo Pinheiros
Núcleo Engordador
Núcleo Cabuçu
Núcleo Águas Claras
Horto Florestal
Horto Florestal de Cajamar
Franco da Rocha
Caieiras
Cajamar
Mairiporã
Guarulhos
São Paulo
Osasco
Carapicuíba
Barueri
Jandira
Itapevi
Santana de Parnaíba
Pirapora do Bom Jesus
Cabreúva
Jundiaí
Rio Juqueri
Rio Cabuçu
Rio Tietê
Rio Pinheiros
Ribeirão Água Vermelha
Ribeirão Água Fria
Ribeirão Água Branca
Ribeirão Água Suja
Ribeirão Água Parada
Ribeirão Água Preta
Ribeirão Água Quente
Ribeirão Água Limpa
Ribeirão Água Verde
Ribeirão Água Azul
Ribeirão Água Clara



LEGENDA

- Limite da AID
- Sistema Viário Principal / Rodovia Pavimentada
- Túnel com Representação
- Rodovia Não Pavimentada
- Arruamento/Outras Estradas
- Curva mestra
- Curva intermediária
- Cursos d'água
- Limite de Municípios
- Parque Estadual da Cantareira
- Parques da Região do PEC
- Rios, Lagos e Represas

Legenda do Mapa de Impactos Potenciais ao longo das Macro-diretrizes Intermediária e Interna

Impacto	Descrição do Impacto	Legenda/Observações
Impactos Potenciais nos Terrenos		
1.01	Alteração da estabilidade das encostas e aumento da suscetibiidade à erosão por terraplenagem	Alto; Médio; Baixo
Impactos Potenciais nos Recursos Hídricos		
2.02	Alterações dos níveis de turbidez dos corpos hídricos durante a construção	
2.03	Assoreamento de cursos d'água durante a construção	
2.04	Alteração da qualidade da água durante a construção	

FORMAS DE RELEVO

Pf Planicie Fluvial (ou Várzea)	Inclinação: < 2 %
C Colinoso	Amplitude: 20 a 40m Comp. Rampa: 300 a 900m Inclinação: 6% a 15% Altitudes: 780 a 830m
MT Amorreado Baixo	Amplitude: 40 a 100m Comp. Rampa: 200 a 600m Inclinação: 12% a 35% Altitudes: 820 a 980m
MMH Amorreado Montanhoso	Amplitude: 120 a 420m Comp. Rampa: 400 a 1400m Inclinação: 20% a 40% Altitudes: 900 a 1250m

GEOLOGIA

CENOZÓICO

- **Qa** *ALUVIÕES FLUVIAIS : ARGILA, AREIA E CASCALHO*
- **Tqa** *É CONSTITUIDO POR ARGILA, AREIA E CASCALHO DA FORMAÇÃO SÃO PAULO E DA FORMAÇÃO CAÇAPAVA (GRUPO TAUBATÉ), INCLUI DEPÓSITO ALUVIO-COLUVIONAIS CORRELATIDOS.*

PRÉ-CAMBRIANO

- **pCAgg** *GRANITOS A GRANODIORITOS NORMAIS OU EM PARTE GNAISSICOS, EQUIGRANULARES OU PORFIRÓIDES.*
- **pCAgq** *DIORITOS A QUARTZO DIORITOS NORMAIS OU GNAISSICOS.*
- **pCAmg** *MIGMATITOS E GNAISSES GRANITICOS, PODEM ACHAR-SE CISALHADOS ATÉ GNAISSES MILONÍTICOS EM ZONAS DE MOVIMENTAÇÃO TECTÔNICA INTENSIFICADA.*
- **pCAqu** *QUARTZITOS*
- **pCAfm** *FILITOS E/OU METASSILTITOS*
- **pCAmx** *MICAXISTOS*
- **pCAes** *EPIDOTO-ANFIBOLITOS BANDADOS E XISTOS VERDES*
- **pCAam** *ANFIBOLITOS, METABASITOS (META DIABÁSIO E METAGABRO)*
- **pCAcm** *CALCIXISTOS METACALCÁRIOS OU METADOLOMITOS*

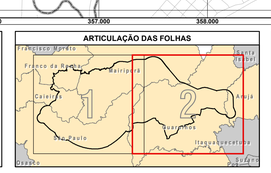
Escala 1:25.000

1 cm = 250 m

250 125 0 250 500 750 1.000m

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 23S
Datum Córrego Alegre

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



JGP

Base: EMPLASA/SCM - Escala Original 1:10.000 - Folhas: 3431,3433,3434, 3441,3442,3443,3444,4431,4432, 4433,4441.
EMPLASA - Carta Geológica da Região Metropolitana de São Paulo
Folhas 34-Guarulhos e 44-Itaquaquecetuba - Escala 1:50.000

Data:18/08/2010 | Des.:Figura336b_Impact_Meio_Fisico.mxd

CONSÓRCIO: JGP PRIME Engenharia

Dersa — Desenvolvimento Rodoviário S.A. | RODOANEL MÁRIO COVAS TRECHO NORTE

Figura 3.3.6.b:

PRINCIPAIS IMPACTOS POTENCIAIS DO MEIO FÍSICO - ALTERNATIVAS PREFERENCIAIS INTERNA E INTERMEDIÁRIA

FL 02/02

Da divisa entre São Paulo e Guarulhos até a Estrada Guarulhos – Nazaré, o traçado segue, em sua maior parte, em corte e aterro por terrenos declivosos em um relevo montanhoso, onde a antropização é intensa e há extensos reflorestamentos e inúmeros fragmentos florestais de variados tamanhos e estágios de regeneração. A existência de um túnel e um viaduto contribuirá para a redução da supressão de vegetação nativa em dois trechos com florestas em estágio médio. Os outros locais em que haverá redução da cobertura vegetal consistem em alguns poucos e pequenos fragmentos degradados (estágio inicial de regeneração), além do emboque do único túnel existente neste trecho.

Da Estrada Guarulhos – Nazaré até o Trecho Leste do Rodoanel, o traçado segue por corte e aterro e encontra-se aproximadamente no limite norte de áreas densamente ocupadas. Este trecho é bastante antropizado; porém, é onde ocorrem os maiores e mais preservados fragmentos florestais (estágio médio a avançado de regeneração) desta alternativa sul de traçado, com destaque para cinco fragmentos que deverão ser interceptados. O restante das áreas com vegetação nativa corresponde a pequenos fragmentos degradados em estágio inicial de regeneração.

Já na Alternativa Preferencial Intermediária, do fim do Trecho Oeste do Rodoanel até a altura da Avenida Santa Inês, a antropização ao longo do traçado é intensa, com ocupação bastante variada, podendo ser de média densidade (condomínios fechados) até baixa densidade, e com características rurais. Apesar disso, ocorrem muitas matas em estágio inicial a médio de regeneração, as quais, apesar de estarem entrecortadas por pastagens, arvoredos e reflorestamentos, apresentam boa conectividade com os grandes contínuos florestais da Serra da Cantareira, em sua maioria dentro do PEC, constituindo uma ligação destes com as formações nativas do Parque Estadual do Juquery. Desse modo, a supressão de vegetação neste trecho pode ser considerada mediana.

Entre a Avenida Santa Inês e a Rodovia Fernão Dias, o traçado contorna ao norte de áreas com ocupação de média densidade representada por condomínios fechados. A cobertura vegetal nativa é bem mais expressiva que as áreas antropizadas (pastagens, arvoredos e jazidas), com extensos remanescentes florestais preservados (estágio médio a avançado de regeneração) e conectados aos grandes contínuos florestais da Serra da Cantareira. A supressão de vegetação neste trecho pode ser considerada de grande intensidade e magnitude.

No trecho entre a Rodovia Fernão Dias e a Estrada Guarulhos – Nazaré, a presença de extensos remanescentes florestais preservados (estágio médio a avançado de regeneração) é ainda mais intensa que o trecho anterior. Apesar destes remanescentes florestais serem entrecortados por algumas áreas antropizadas (pastagens, reflorestamentos e arvoredos) e estarem distantes da Serra da Cantareira, os mesmos constituem a conexão entre o PEC e os Parques Itapetinga e Itaberaba.

As interferências identificadas evidenciam impactos de menor magnitude ao longo da Alternativa Preferencial Interna, cujo traçado tende a resultar em efeitos menos expressivos associados à fragmentação florestal, uma vez que atravessa zona em que a paisagem encontra-se já fragmentada, correspondente à borda sul do maciço da Cantareira, no contato com a zona de urbanização contínua da metrópole, o que justifica a recomendação da Alternativa Preferencial Interna como o melhor traçado.

Em relação ao impacto de redução da cobertura vegetal, excluídas as áreas de apoio e os trechos em túnel das duas alternativas, considerando somente os segmentos em corte e aterro e em obras de arte especiais (pontes e viadutos), a Alternativa Interna resulta na supressão de 98 hectares de vegetação nativa de porte, enquanto na Alternativa Intermediária, a redução do mesmo tipo de cobertura vegetal é de 129 hectares (diferença de 31%).

A **Figura 3.3.6.c** representa a espacialização dos principais impactos sobre a cobertura vegetal ao longo das duas Alternativas, evidenciando o maior efeito da fragmentação florestal ao longo da Alternativa Preferencial Intermediária.

Unidades de Conservação e outras áreas legalmente protegidas

As projeções de traçado propostas para a implantação do trecho Norte do Rodoanel, tanto ao longo da Alternativa Preferencial Intermediária como da Interna, coincidem com as zonas de amortecimento ou até mesmo com as áreas propriamente ditas de algumas Unidades de Conservação (UCs) e de outras áreas legalmente protegidas.

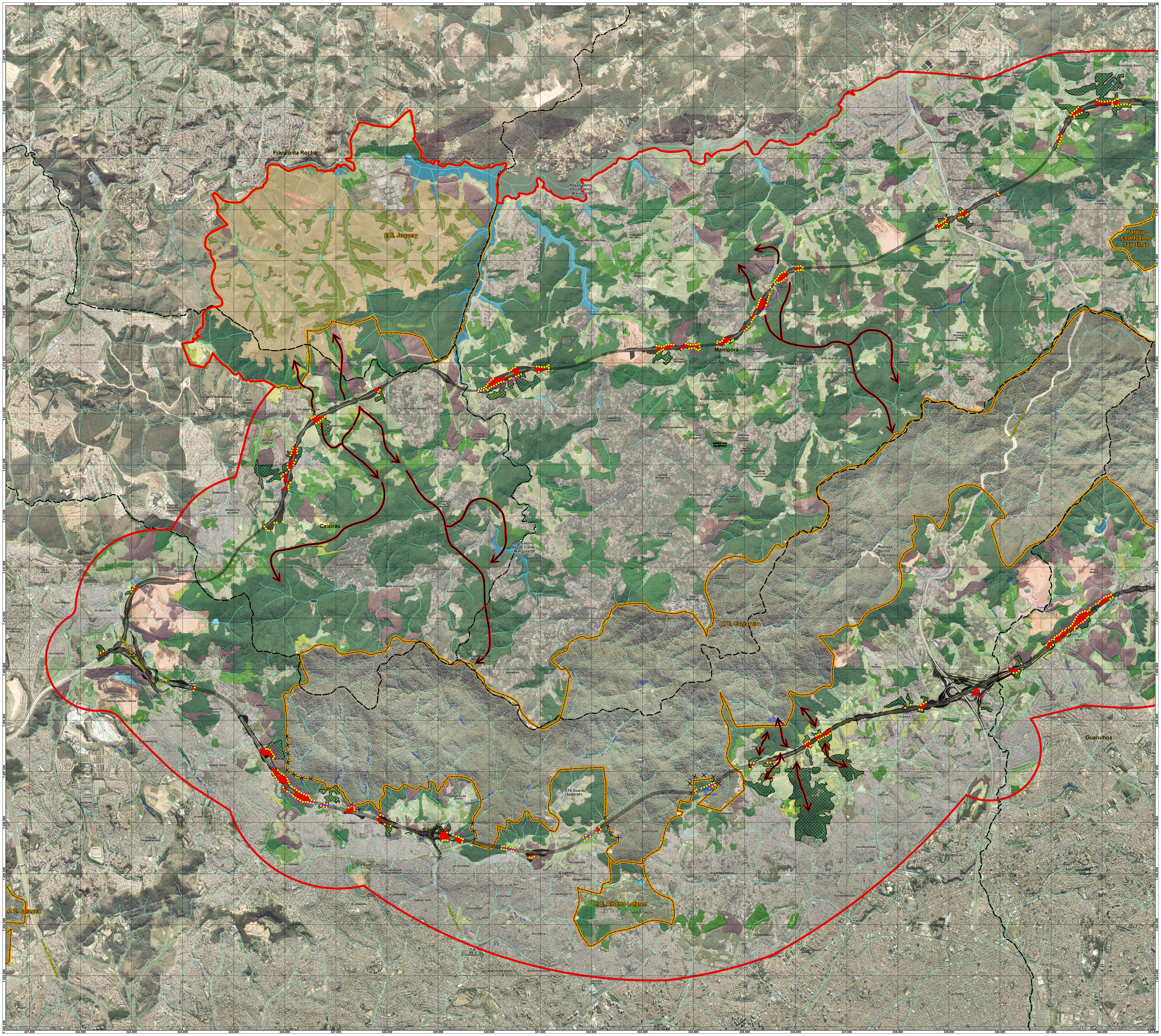
O traçado da Alternativa Preferencial Intermediária afeta diretamente duas UCs de proteção integral – o Parque Estadual de Itapetinga e o Parque Estadual de Itaberaba, além da zona de amortecimento do Parque Estadual da Cantareira - PEC.

O segmento mais ao norte desta diretriz atravessa, por meio de um viaduto com cerca de 1.200 metros, o Parque Estadual de Itapetinga, em uma área de predomínio de floresta ombrófila densa montana em estágio médio a avançado de regeneração e, em parte, em estágio médio de regeneração e com reflorestamento de eucaliptos. Esta área sobrepõe-se com a zona de amortecimento do PEC. Destaca-se que toda a travessia do Parque Estadual de Itapetinga seria implantada em viaduto, o que diminuiria grande parte dos impactos diretos sobre os elementos do meio biótico nesta UC, principalmente os relacionados à necessidade de supressão de vegetação e aqueles relacionados ao fluxo dos diversos componentes da fauna nativa.

Com planejamento e controle, os principais impactos na vegetação do Parque Estadual de Itapetinga podem concentrar-se na supressão de vegetação em caminhos de acesso e nas áreas de implantação das bases das colunas de sustentação das obras de arte especiais.

No terço leste da diretriz Intermediária, o traçado proposto atravessa aproximadamente 1400 metros do Parque Estadual de Itaberaba, com segmentos variados que incluem parte de um viaduto (150 m), um pequeno segmento em corte com cerca de 200 m de extensão, e parte de um túnel (1050 m). A magnitude dos impactos diretos sobre esta UC, principalmente os relacionados ao meio biótico, variam de acordo com o tipo e a extensão das intervenções propostas. A necessidade de supressão de vegetação e os impactos relacionados ao fluxo dos diversos componentes da fauna nativa no interior desta UC ocorrerão no entorno do emboque do túnel e no segmento da rodovia em superfície com corte/aterro, além dos caminhos de acesso.

Com relação ao Parque Estadual do Juquery, ainda no segmento leste desta diretriz Intermediária, o traçado proposto passa a aproximadamente 1.000 metros do limite sudeste do Parque.



LEGENDA

- Limite da Área de Influência Direta (AID)
- Limite municipal
- Unidades de Conservação de Proteção Integral
- Hidrografia

IMPACTOS POTENCIAIS DO MEIO BIÓTICO

- Efeito de borda
- Redução ou perda de conectividade
- Afugentamento de fauna
- Alteração de estrutura e da diversidade das florestas do PEC
- Fragmentação de vegetação
- Supressão de vegetação
- Supressão de vegetação condicionada ao método construtivo

VEGETAÇÃO NATIVA

- Dm A/M — *Floresta Ombrófila Densa Montana em Estágio Médio a Avançado de Regeneração*
- Dm M — *Floresta Ombrófila Densa Montana em Estágio Médio de Regeneração*
- Dm I — *Vegetação Secundária em Estágio Inicial de Regeneração da Floresta Ombrófila Densa Montana*
- Dm P — *Vegetação Secundária em Estágio Pioneiro de Regeneração da Floresta Ombrófila Densa Montana*
- Da M/I — *Vegetação Secundária em Estágio Inicial a Médio de Regeneração da Floresta Ombrófila Densa Aluvial*
- Da P — *Vegetação Secundária em Estágio Pioneiro de Regeneração da Floresta Ombrófila Densa Aluvial*
- Sp — *Savana Parque ou Campo Limpo de Cerrado*
- MG — *Mata de Galeria*

ÁREAS ANTROPIZADAS COM VEGETAÇÃO ASSOCIADA

- He — *Vegetação Herbácea com Árvores Isoladas ou em Agrupamentos*
- Rep — *Reflorestamento de Eucalipto e Pinus*
- Ra — *Reflorestamento de Araucária*
- Ar — *Arvoredo*
- Ac — *Cultura Agrícola*
- TA — *Terrenos Alterados e Solo Exposto*
- Iu — *Áreas Urbanizadas*

Outros

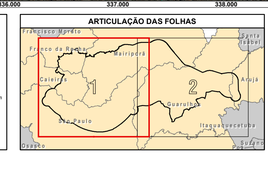
- MA — *Massa d'água*
- Pav — *Pavimento*

Escala 1:25.000

1 cm = 250 m

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 23S
Datum Córrego Alegre

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



ALEXANDRE AFONSO BINELLI

ENGENHEIRO FLORESTAL - CREA: 5060815490

FONTE: Interpretação de Imagem Aerofotogramétrica
BASE: Base Aerofotogrametria S.A. - Maio a Outubro de 2007.
Escala 1:30.000

Data:18/09/2010 | Des.:Impacto Potenciais do meio Biótico.mxd

CONSÓRCIO: JGP / PRIME Engenharia

Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A. | RODOANEL MÁRIO COVAS TRECHO NORTE

Figura 3.3.6.c:

PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS POTENCIAIS DO MEIO BIÓTICO

FL 01/02

Parque Estadual do Itapetinga

Mairiporã

Parque Estadual do Itaberaba

Santa Isabel

R. E. Cantareira

Parque Nat Municip Cult Negra-Sítio da Candinha

Reservatório Cabuçu Guarulhos-SSP

Guarulhos

Arujá

São Paulo

Itaquaquecetuba

Rodoanel Trecho Norte

Rodoanel Mário Covas

Rodovia Ayrton Senna

Rodovia Presidente Dutra

Rodovia Fernão Dias

AEROPORTO INTERNACIONAL GOV. ANDRE FRANCO MONTORO

LEGENDA

- Limite da Área de Influência Direta (AID)
- Limite municipal
- Unidades de Conservação de Proteção Integral
- Hidrografia

IMPACTOS POTENCIAIS DO MEIO BIÓTICO

- Efeito de borda
- Redução ou perda de conectividade
- Afugentamento de fauna
- Alteração de estrutura e da diversidade das florestas do FEC
- Fragmentação de vegetação
- Supressão de vegetação
- Supressão de vegetação condicionada ao método construtivo

VEGETAÇÃO NATIVA

- Dm A/M — *Floresta Ombrófila Densa Montana em Estágio Médio a Avançado de Regeneração*
- Dm M — *Floresta Ombrófila Densa Montana em Estágio Médio de Regeneração*
- Dm I — *Vegetação Secundária em Estágio Inicial de Regeneração da Floresta Ombrófila Densa Montana*
- Dm P — *Vegetação Secundária em Estágio Pioneiro de Regeneração da Floresta Ombrófila Densa Montana*
- Da M/I — *Vegetação Secundária em Estágio Inicial a Médio de Regeneração da Floresta Ombrófila Densa Aluvial*
- Da P — *Vegetação Secundária em Estágio Pioneiro de Regeneração da Floresta Ombrófila Densa Aluvial*
- Sp — *Savana Parque ou Campo Limpo de Cerrado*
- MG — *Mata de Galeria*

ÁREAS ANTROPIZADAS COM VEGETAÇÃO ASSOCIADA

- He — *Vegetação Herbácea com Árvores Isoladas ou em Agrupamentos*
- Rep — *Reflorestamento de Eucalipto e Pinus*
- Ra — *Reflorestamento de Araucária*
- Ar — *Arvoredo*
- Ac — *Cultura Agrícola*
- TA — *Terrenos Alterados e Solo Exposto*
- Iu — *Áreas Urbanizadas*

Outros

- MA — *Massa d'água*
- Pav — *Pavimento*

Escala 1:25.000

250 125 0 250 500 750 1.000m

1 cm = 250 m

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 23S
Datum Córrego Alegre

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

ALEXANDRE AFONSO BINELLI
ENGENHEIRO FLORESTAL - CREA: 5060815490

FONTE: Interpretação de Imagem Aerofotogramétrica
BASE: Base Aerofotogrametria S.A. - Maio a Outubro de 2007.
Escala 1:30.000.

Data:18/08/2010 | Des. Impacto Potenciais do meio Biótico.mxd

CONSÓRCIO: JGP PRIME Engenharia

Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A. | RODOANEL MÁRIO COVAS TRECHO NORTE

Figura 3.3.6.c:

PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS POTENCIAIS DO MEIO BIÓTICO

FL 02/02

A Alternativa Preferencial Interna possui eixo que não afeta diretamente nenhuma UC de proteção integral. Intercepta o território do PEC por meio de túneis, não demandando intervenções ou obras no seu interior. No trecho de Guarulhos, a diretriz sul também tangencia o limite norte do Parque Municipal do Cabuçu e o limite sul do Parque Natural Municipal Sítio da Candinha, além de atravessar longitudinalmente a área proposta para implantação da APA Cabuçu - Tanque Grande.

No município de São Paulo, o eixo sobrepõe-se a áreas do Programa Bordas da Cantareira, todas localizadas na zona de amortecimento do PEC e em diferentes fases de projeto e implantação. Pode-se afirmar que o traçado não inviabiliza a continuidade do projeto de implantação de áreas verdes urbanas, em fase de implantação, mantendo áreas remanescentes consideráveis tanto ao sul como ao norte da futura da faixa de domínio.

Considerando as diferenciações das alternativas quanto ao tipo e porte das interferências sobre unidades de conservação de proteção integral, conclui-se pela seleção da Alternativa Preferencial Interna.

Fauna Silvestre

Assim como para os demais componentes, os impactos ambientais potenciais sobre a fauna silvestre decorrentes das duas opções de traçado em pauta variam quanto à sua intensidade.

A paisagem existente no setor norte da Região Metropolitana não é homogênea, e essa variação determina e direciona, dentro de limites, a abundância, presença e ausência de espécies silvestres.

No entanto, a porção ao sul do PEC apresenta uma grande mancha antrópica representada pela área urbana contínua, e particularmente pela proximidade de bairros como Brasilândia, Cachoeirinha, Tremembé e outros em Guarulhos, que fazem com que a conectividade e, por conseguinte, o fluxo gênico, seja menor entre o maciço da Cantareira e os fragmentos isolados e pouco conectados ao sul.

Considerando a Alternativa Interna, desde a Avenida Raimundo Pereira de Magalhães até a região de Parada de Taipas, no início do Túnel 1, não são esperados impactos diretos sobre a fauna silvestre, já que esse trecho apresenta elevado nível de antropização. Ao mesmo tempo, a própria Avenida forma uma barreira física para a fauna. Na seqüência, segmentos em túnel ou em viaduto devem garantir a continuidade de conectividade entre o PEC e fragmentos ao sul do traçado. O mesmo aplica-se aos trechos seguintes, com túneis previstos em todas as interceptações do PEC.

No caso do fim do Túnel 5, na região da Fazenda Santa Maria, onde a prefeitura de São Paulo planeja a instalação de parque público, o projeto incorporou a implantação de trecho em viaduto com extensão de 360 metros, a fim de garantir o trânsito da fauna silvestre sob a rodovia.

No município de Guarulhos, a Alternativa Interna desenvolve-se predominantemente em corte e aterro, em área fortemente antropizada entre bairros consolidados.

Já na Alternativa Intermediária, posicionada ao norte do PEC, é possível verificar situações mais relevantes sob o aspecto da fragmentação de habitats e da imposição de uma barreira física, como é a plataforma estradal projetada para o Rodoanel. É o que se verifica inicialmente no percurso da Alternativa Intermediária contiguamente ao Parque Estadual do Juquery.

De fato, a travessia de fragmentos florestais pode reduzir o fluxo gênico nessa área, e o mais importante, contribuir para a redução da permeabilidade entre o Parque Estadual de Juquery (ao norte) e PEC (ao sul). O mesmo verifica-se ao longo de toda a alternativa, uma vez que a matriz de paisagem observada ao norte do PEC, embora com fragmentação dos ambientes florestais, ainda é dotada de grande interligação entre fragmentos, garantindo a conectividade entre o maciço de vegetação do PEC com outras UCs, caso do próprio Parque Estadual do Juquery, mas também dos Parques Itaberaba e Itatinga, e ainda de outros maciços de vegetação nativa situados na serra da Mantiqueira e no Vale do Paraíba.

Os levantamentos de fauna efetuados no âmbito do presente EIA possibilitaram o registro do maior felídeo das Américas, *Puma concolor*, que comprovadamente utiliza como área de vida os fragmentos florestais entre o Parque Estadual de Juquery e o Parque Estadual da Cantareira (MAZZEI, 2007).

Portanto, é fato que existe conectividade entre essas duas UCs. Pode-se inferir que outros animais com maior poder de deslocamento, como felídeos, procyonídeos, mustelídeos, dasypodídeos, podem deslocar-se por entre os ambientes florestados. Apesar da fragmentação florestal, a vegetação remanescente existente entre bairros residenciais de baixa densidade de ocupação ao norte do PEC funciona como corredores ecológicos para a fauna silvestre. Sendo assim, a implantação do traçado ao norte do PEC, principalmente neste trecho, pode ser considerada como crítica para a fauna, sendo, portanto, mais impactante que Alternativa Preferencial Interna.

O conjunto das variáveis consideradas permite concluir pela recomendação da seleção da Alternativa Preferencial Interna para o Trecho Norte do Rodoanel.

Tráfego Metropolitano

Os estudos de modelagem de tráfego desenvolvidos no âmbito deste EIA e consolidados no **Capítulo 2.0** (Volume I), consideraram as duas alternativas de traçado, e os anos horizonte de 2014, 2024 e 2039.

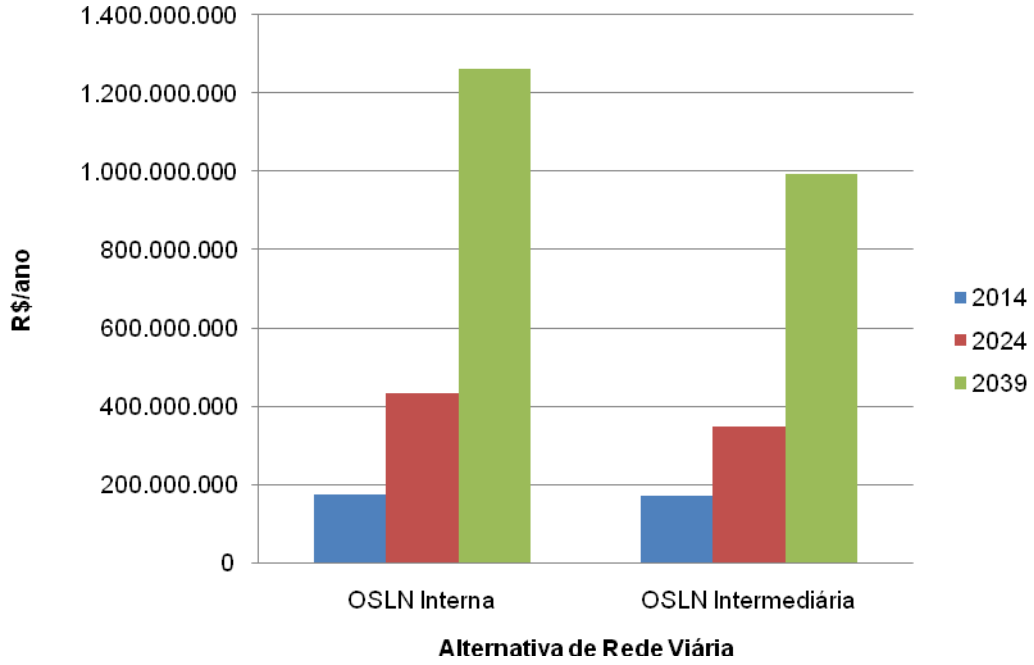
Os resultados alcançados indicam que os benefícios do Rodoanel para o tráfego metropolitano, o que inclui incrementos em velocidades e redução de tempos de viagem para automóveis e veículos comerciais, são maiores nos cenários que consideram a Alternativa Interna.

Diferentemente da Alternativa Intermediária, cujas interseções são previstas com o Trecho Oeste/Avenida Raimundo Pereira de Magalhães, com a Rodovia Fernão Dias e com Trecho Leste/Rodovia Presidente Dutra, a Alternativa Interna apresenta viabilidade de interligação do Trecho Norte com as vias citadas, e também com a Avenida Inajar e, por conseguinte, à Marginal do Rio Tietê. Outra ligação rodoviária que se viabiliza somente com a Alternativa Interna refere-se ao acesso ao Aeroporto Internacional de São

Paulo/Guarulhos, o que potencializa a integração logística e os impactos socioeconômicos positivos do Trecho Norte.

Os resultados indicam que a alternativa de rede que proporciona maior benefício é a que tem diretriz de traçado para o Trecho Norte passando ao sul do PEC, e que incorpora o acesso ao aeroporto de Cumbica. A Alternativa Intermediária, com traçado passando ao Norte do PEC é a que proporciona menor benefício socioeconômico, conforme representado na **Figura 3.3.6.d**, compilada.

Figura 3.3.6.d
Benefícios Socioeconômicos Trecho Norte do Rodoanel – Alternativa Interna x Alternativa Intermediária



Os resultados indicam que a Alternativa Intermediária proporciona benefícios da ordem de 86,6% daqueles proporcionados pela Alternativa Interna no período de 10 anos. Para os períodos de análise de 25 e 35 anos, os benefícios da Alternativa Intermediária são, equivalentes, respectivamente, a 82,2% e 81,4% dos benefícios gerados pela Alternativa Interna, o que justifica a recomendação pela Alternativa Preferencial Interna para o Trecho Norte do Rodoanel.

Estrutura Urbana

Com relação à estrutura urbana as alternativas apresentam efeitos significativamente diferentes uma da outra.

Na Alternativa Preferencial Intermediária o traçado desenvolve-se no extremo norte da RMSP, situando-se no interior do *Quarto Anel da Metrópole***,** compartimento voltado aos usos sustentáveis e à proteção ambiental, ao longo da bacia hidrográfica do rio Jugueri e no interior da área de proteção aos mananciais que alimentam o Sistema Produtor Cantareira. Trata-se do último compartimento "não urbanizado" da RMSP. Essa região está situada fora da influência do município de São Paulo, devido às limitações físicas do território, marcado pela Serra da Cantareira, no território dos municípios de Caieiras, Mairiporã e o norte de Guarulhos, e possui áreas de natureza predominantemente "não-urbana", com funções ambientais e de produção mineral e hortifrutigranjeira.

Na Alternativa Interna, por outro lado, o traçado se situa na região de transição entre os dois últimos compartimentos *Compartimento de Qualificação Urbana e Quarto Anel da Metrópole,* voltado aos usos sustentáveis e à proteção ambiental, ou seja, entre as franjas periféricas de bairros residenciais de São Paulo e Guarulhos e o sopé da Serra da Cantareira, com a possibilidade de interligar-se há um dos mais importantes corredores viários da zona norte paulistana (av. Inajar de Souza), podendo fortalecer as iniciativas de desenvolvimento urbano na região, com oportunidades para novas centralidades regionais e pólos de logística. Outra possibilidade de acesso privilegiado propiciado por esta Alternativa Interna é a ligação com o Aeroporto Internacional, como comentado anteriormente.

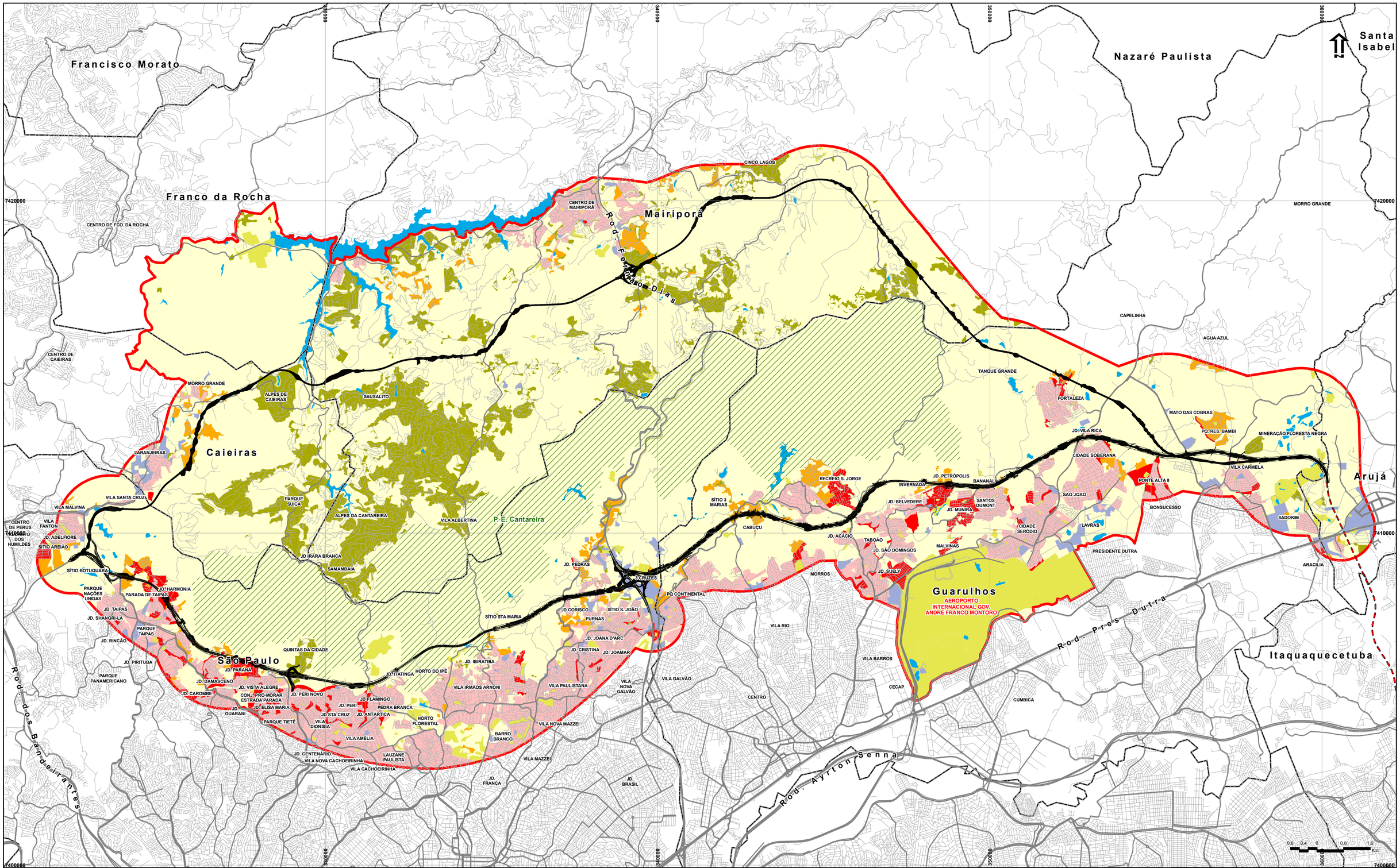
Um aspecto relevante da análise da estrutura urbana refere-se ao potencial da Alternativa Interna como elemento de barreira à expansão urbana em áreas do entorno do Parque da Cantareira, em São Paulo e Guarulhos. Todavia, a plataforma da estrada pode ter tal funcionalidade nos segmentos em corte e aterro e associada a adequações ou eliminações de vias locais que atualmente ligam áreas situadas ao norte do traçado selecionado a bairros consolidados existentes ao sul do traçado preferencial.

A **Figura 3.3.6.e** representa a inserção das duas Alternativas Preferenciais no setor norte da RMSP, evidenciando a maior sobreposição da Alternativa Preferencial Interna sobre a estrutura urbana, notadamente através da segmentação de espaços de urbanização consolidada, em expansão e de habitação subnormal.

Conclusões

A análise integrada desenvolvida na 5ª etapa concluiu pela Alternativa Preferencial Interna como a melhor opção de traçado para o Trecho Norte do Rodoanel sob diferentes critérios. Trata-se de fato de opção locacional de traçado que simultaneamente implica em maiores benefícios socioeconômicos e sobre o tráfego metropolitano, e menor potencial impactante sobre componentes ambientais dos meios físico e biótico.

Todavia, não é possível simplesmente enquadrar a Alternativa Intermediária como ambientalmente inviável. Na verdade, trata-se de opção de traçado que, pelas características ambientais e geográficas da Macro-diretriz em que está inserida, apresenta possibilidade de desencadeamento de impactos ambientais de maior magnitude que a opção ao sul do Parque Estadual da Cantareira, porém impactos inerentes à uma obra rodoviária.



LEGENDA

- Macro-Diretrizes para Rodoanel Norte
- Limite da AID
- Limite de Municípios
- Sistema Viário Principal
- Malha Viária
- Parque Estadual
- Urbanização Consolidada
- Expansão Urbana
- Ocupação Subnormal
- Equipamento
- Indústria e Comércio
- Núcleo de Chácara
- Outros Usos
- Corpos Hídricos

FONTE: EMPLASA, 2002; Atualização PRIME Engenharia, 2010.

BASE: IBGE, 2000 e
Acervo Cartográfico CEM, 2007.

ESCALA: 1:75.000

CONSÓRCIO: JGP / PRIME Engenharia

Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A. — RODOANEL MARIO COVAS TRECHO NORTE

Figura 3.3.6.e:

ALTERNATIVAS PREFERENCIAIS SOBRE OCUPAÇÃO URBANA

Desse modo, os estudos de alternativas locacionais do Trecho Norte do Rodoanel concluem pela recomendação da **Alternativa Preferencial Interna**, que assim se configura como o objeto de licenciamento ambiental do presente Estudo de Impacto Ambiental.

Tendo em vista a seleção final da **Alternativa Interna**, a Seção a seguir apresenta análise das alternativas de interligação do Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos ao Trecho Norte do Rodoanel.

No **Capítulo 4.0**, a seguir, é desenvolvida a caracterização detalhada da alternativa selecionada.

3.3.7
Alternativas de Acesso ao Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos

Os estudos locacionais desenvolvidos nas seções anteriores indicaram a Alternativa Interna como a melhor opção de traçado para o Trecho Norte do Rodoanel. Na comparação com a Alternativa Intermediária, o traçado ao sul do PEC mostrou-se de menor impacto ambiental potencial e de maior benefício ao tráfego metropolitano e a outros aspectos socioeconômicos.

Outro aspecto favorável à seleção da Alternativa Interna se refere à possibilidade de com o Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos.

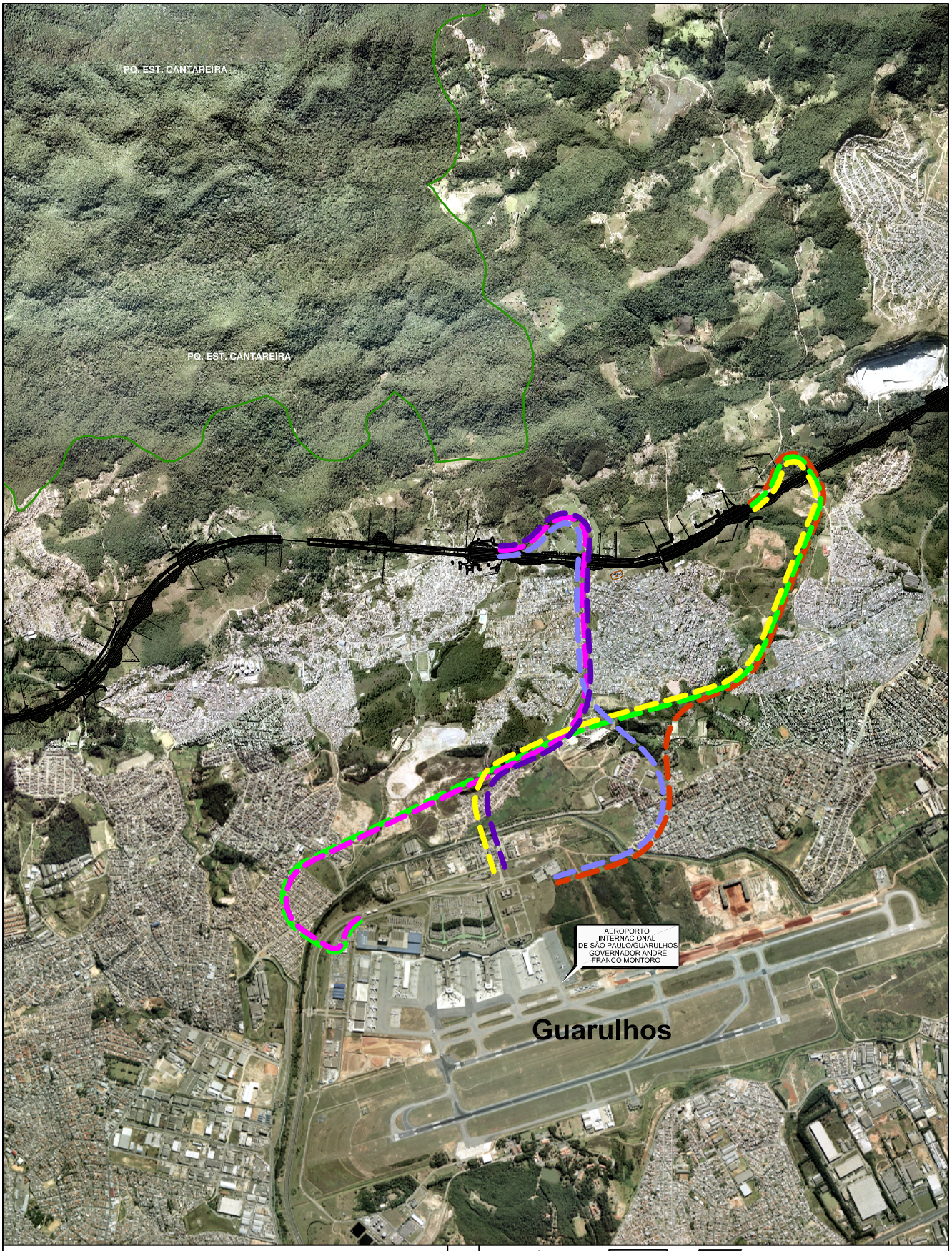
Com tal propósito foram formuladas diferentes alternativas de traçado para uma interligação entre o Trecho Norte do Rodoanel (pela Alternativa Interna) com o sítio aeroportuário e/ou com a Rodovia Hélio Smidt. Para tanto, foram consideradas as diretrizes do atual Plano Diretor do Aeroporto, disponibilizado pela Infraero, o qual prevê a implantação de um novo terminal e uma terceira pista no setor norte do aeroporto. Desse modo, o critério de busca de alternativas foi de não inviabilizar os projetos de expansão do aeroporto.

Tendo como referência o traçado selecionado e as diretrizes do Plano Diretor atual foram identificadas duas possibilidades de posicionamento de traçado da via de interligação entre o Rodoanel e o aeroporto. Para cada um desses traçados foram formuladas três configurações de acesso ao sítio aeroportuário ou à Rodovia Hélio Smidt.

Considerando os dois traçados e as três possibilidades de acesso ao sítio aeroportuário ou à Rodovia Hélio Smidt foram formuladas um total de 6 alternativas, representadas na **Figura 3.3.7.a**, com extensões totais que variam de 3 a 6 quilômetros.

Todas as alternativas formuladas foram apresentadas à Prefeitura de Guarulhos e a Infraero.

A partir de entendimentos efetuados optou-se pela seleção pelo eixo de acesso das Alternativas 1, 2 e 3, entre os bairros Jardim Santos Dumont e Cidade Seródio, com ponto de saída na altura da estaca 12600. Trata-se de traçado que se posiciona predominantemente no vazio urbano existente entre os dois bairros, em detrimento da opção com saída do Rodoanel em trecho situado na altura da Fazenda Bananal (Estaca 12.540) e passagem pelo fundo de vale entre os bairros Jardim Munira e Santos Dumont.



ALTERNATIVA 1
ALTERNATIVA 2
ALTERNATIVA 3
ALTERNATIVA 4
ALTERNATIVA 5
ALTERNATIVA 6

ESCALA: 1:40.000	DES. Nº: Figura.dwg
DATA: 14/09/10	REV.: Ø

CONSÓRCIO: JGP PRIME Engenharia

Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A.

RODOANEL MARIO COVAS TRECHO NORTE

Figura: 3.3.7.a

ALTERNATIVAS DO ACESSO AO AEROPORTO

Para efeitos comparativos a **Tabela 3.3.7.**a apresenta estimativa de população afetada pelas alternativas estudadas, diferenciado os contingentes afetados fora e dentro do sítio aeroportuário.

Tabela 3.3.7.a
Estimativa de Edificações Afetadas na Faixa de Domínio das Alternativas de Ligação do Rodoanel com o Aeroporto

Alternativas / Extensão	Numero de Edificações Afetadas		
	Fora do Sítio do Aeroporto	Dentro do Sítio do Aeroporto	Total
Alternativa 1 / 4 km	37	120	**157**
Alternativa 2 / 4,5 km	46	59	**105**
Alternativa 3 / 6,4 km	106	175	**281**
Alternativa 4 / 3,6 km	180	120	**300**
Alternativa 5 / 3 km	193	59	**252**
Alternativa 6 / 5 km	253	175	**428**

Considerando as interferências verificadas é proposta a seleção da Alternativa 1, de 4 quilômetros de extensão, para este estágio de estudo. O detalhamento do projeto de engenharia poderá apresentar novas variantes, otimizando a interligação ou com o viário do Aeroporto ou com a própria Rod. Helio Smidt na altura do sítio aeroportuário. Trata-se de ajuste de projeto a ser definido antes do licenciamento de instalação.

Em todo caso, trata-se de uma interligação viável, sujeita ainda a ajustes em razão da necessidade de compatibilização com outros projetos co-localizados do setor transportes em planejamento para á ampliação do aeroporto e melhoria de acesso para passageiros. Além da expansão do aeroporto com uma nova pista e terminal, a configuração da interligação proposta com o Trecho Norte deve considerar, por exemplo, os projetos do Expresso Aeroporto, de responsabilidade da Companhia de Trens Metropolitanos de São Paulo (CPTM), e do Trem de Alta Velocidade (TAV), proposto pelo Governo Federal. Reunião preliminar por iniciativa da Infraero com todos os órgãos com projetos em estudo para o Aeroporto concluiu pela possibilidade de conciliação dos projetos em desenvolvimento, que complementarmente aumentam acessibilidade para o Aeroporto Internacional, equipamento de fundamental importância para a RMSP.

Foto 01: Subtrecho 1 (Interna) – Ponto inicial e obrigatório de passagem do Trecho Norte, na interseção com o Trecho Oeste e Av. Raimundo Pereira de Magalhães.

Foto 02: Subtrecho 1 (Interna) – Avenida Raimundo Pereira de Magalhães no sentido Caieiras, na interseção com o Trecho e com o futuro Trecho Norte.

Foto 03: Subtrecho 1 (Interna) – Mineração com lavra a céu aberto situadas na Avenida Raimundo Pereira da Magalhães que restringe as opções de alternativas de traçado no subtrecho.

Foto 04: Subtrecho 1 (Interna) – Mineração na Avenida Raimundo Pereira da Magalhães.

Foto 05: Subtrecho 1 (Interna) – Contato da mancha urbana de Parada de Taipas com as florestas que recobrem encostas no entorno do Parque Estadual da Cantareira.

Foto 06: Subtrecho 1 (Interna) – Vista parcial de Parada de Taipas, por onde se desenvolvem em superfície as Variantes do subtrecho 1S. Ao fundo as encostas da Serra da Cantareira.

Foto 07: Subtrecho 1 (Interna) – Setor de Parada de Taipas atravessado pelas Variantes 1S2 e 1S3A e 1S1.

Foto 08: Subtrecho 1 (Interna) – Vista de Parada de Taipas e de sua contigüidade com a mancha de urbanização contínua da RMSP.

Foto 09: Subtrecho 1 (Interna) – CEU Jardim Paraná, na Vila Brasilândia, junto a ponto de passagem da Variante 1S3C, que se desenvolve sobre áreas residenciais densamente ocupadas.

Foto 10: Subtrecho 1 (Interna) – Encostas recobertas por vegetação nativa florestal no setor sul do PEC.

Foto 11: Subtrecho 1 (Interna) – Relevo amorreado que caracteriza a borda sul da serra da Cantareira no contato com a mancha urbana. Segmento atravessa em túnel pelo Trecho 1S1.

Foto 12: Subtrechos 1 e 2 (Interna) – Ponto de passagem entre os Subtrechos 1S e 2S, situado no Parque Itaguaçu, entre a Avenida Inajar de Souza o loteamento Quintas da Cidade (primeiro plano).

Foto 13: Subtrechos 1 e 2 (Interna) – Extremo norte da Avenida Inajar de Souza, na interseção com alternativas dos subtrechos 1 e 2.

Foto 14: Subtrecho 2 (Interna) – Limite sul do PEC em relevo amorreado interceptado em túnel pelo Trecho T2S1.

Foto 15: Subtrecho 2 (Interna) - Limite sul do PEC em relevo amorreado interceptado em túnel pelo Trecho T2S1. Vista da área de emboque do túnel.

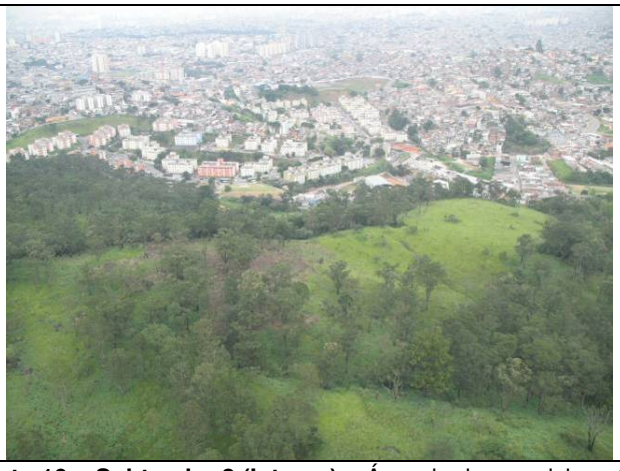


Foto 16: Subtrecho 2 (Interna) – Área de desenvolvimento do Trecho 2S1 sobre relevo de morros baixos com cobertura vegetal alterada (área interna ao futuro Parque do Bispo).

Foto 17: Subtrecho 2 (Interna) – Ponto de passagem entre a mancha urbana e a ETA Guaraú.

Foto 18: Subtrecho 2 (Interna) – O mesmo Ponto de passagem da foto anterior. Ao fundo as instalações da ETA Guaraú.

Foto 19: Subtrecho 2 (Interna) – Limite do PEC com o loteamento Jardim Itatinga, de onde os eixos das alternativas atravessam o PEC através de túnel com emboque junto ao loteamento.

Foto 20: Subtrecho 2 (Interna) – Vegetação florestal no interior do PEC com o loteamento Jardim Itatinga no segundo plano da foto.

Foto 21: Subtrecho 2 (Interna) – Ponto de passagem da Variante 2S1A no Clube da SABESP. Trata-se de vale fora dos limites do PEC onde foram locados os emboques dos túneis sob o parque.

Foto 22: Subtrecho 2 (Interna) – Setor sul do PEC. No centro o vale por onde está situado o clube SABESP e por onde passa o eixo da Variante 2S12A.

Foto 23: Subtrecho 2 (Interna) – Área do emboque do segundo túnel da Variante V2S1A iniciado no clube SABESP. Região da Fazenda Santa Maria.

Foto 24: Subtrecho 2 (Interna) - Ocupação residencial adjacente ao limite sul do PEC por onde se desenvolve a Variante 2S1B.

Foto 25: Subtrecho 3 (Interna) – Aterro sanitário de Vila Albertina, que define ponto de passagem ao norte.

Foto 26: Subtrecho 3 (Interna) – Encostas da serra da Cantareira ao norte do aterro sanitário de Vila Albertina, na Fazenda Santa Maria.

Foto 27: Subtrecho 3 (Interna) – Bairros relativamente isolados na região do Tremembé (Av. Sezefredo Fagundes), a oeste da Rodovia Fernão Dias.

Foto 28: Subtrecho 3 (Interna) - Bairros relativamente isolados na região do Tremembé (Av. Sezefredo Fagundes), a oeste da Rodovia Fernão Dias.

Foto 29: Subtrecho 3 (Interna) – Trecho da Rodovia Fernão Dias com usos lindeiros que permitem passagem de alternativas.

Foto 30: Subtrecho 3 (Interna) – Espaços não ocupados lindeiros à Rodovia Fernão Dias.

Foto 31: Subtrecho 3 (Interna) - Espaços não ocupados lindeiros à Rodovia Fernão Dias.

Foto 32: Subtrecho 3 (Interna) - Trecho da Rodovia Fernão Dias com usos lindeiros que permitem passagem de alternativas.

Foto 33: Subtrecho 3 (Interna) – Aterro sanitário e pedreira que definem o limite norte da faixa de busca de alternativas.

Foto 34: Subtrecho 3 (Interna) – Ocupação em Guarulhos a leste da Rodovia Fernão Dias que permite passagem de alternativas de traçado.

Foto 35: Subtrecho 3 (Interna) – Bairro Cabuçu em setor interceptados pelo Trecho 3S3 e pelas Variantes 3S2 e 3S4.

Foto 36: Subtrecho 3 (Interna) – Morros que compõem a região do Pico Pelado, cujas restrições às alternativas decorrem do comportamento geotécnico dos filitos.

Foto 37: Subtrecho 3 (Interna) – Área terraplenada no bairro do Cabuçu destinada anteriormente à construção de instituição beneficente (Instituto Manoel Moreira Giesteira). Ponto de junção do Trecho 3S3 e da Variante 3S2 com a Variante 3S7.

Foto 38: Subtrecho 3 (Interna) – Bairro Recreio São Jorge em Guarulhos, tangenciado pela Variante 3S4, descartada pela passagem em área de contribuição do reservatório Cabuçu.

Foto 39: Subtrecho 3 (Interna) – Vazio urbano em Guarulhos por onde foram posicionadas alternativas de traçado.

Foto 40: Subtrecho 3 (Interna) – Bairros de Guarulhos interceptados pelo Trecho 3S4. Na área não urbanizada é objeto de projeto de habitação social.

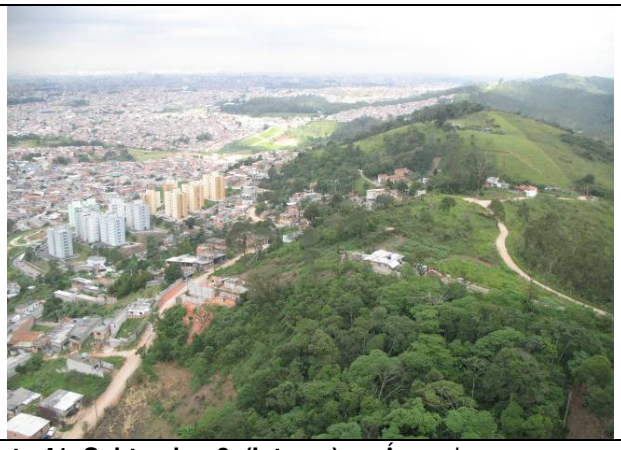


Foto 41: Subtrecho 3 (Interna) – Área de passagem da Variante 3S5, tangenciando o bairro Jardim Petrópolis/Belvedere.

Foto 42: Subtrecho 3 (Interna) – Ponto de passagem da Variante 3S7, tangenciando o bairro Santos Dumont.

Foto 43: Subtrecho 3 (Interna) – Ponto de passagem do Trecho 3S4 junto aos bairros Jardim Acácio e São Domingos, onde se sobrepõe a vazios urbanos destinados a projetos de habitação.

Foto 44: Subtrecho 3 (Interna) – Ponto de passagem do Trecho 3S4 junto ao clube dos metalúrgicos, entre os bairros Belvedere/Santos Dumont e Jardim Munira.

Foto 45: Subtrecho 3 (Interna) – Casarão histórico pertencente ao conjunto da antiga Fazenda Bananal, atualmente PNM da Cultura Negra – Sítio Candinha (área de passagem da Variante 3S6).

Foto 46: Subtrecho 3 (Interna) – Cultivo agrícola na fazenda Bananal (passagem das variantes 3S7 e 3S6).

Foto 47: Subtrecho 3 (Interna) – Área de lavra da Reago, que restringe as opções de passagem de alternativas ao norte da área urbana de Guaruhos.

Foto 48: Subtrecho 3 (Interna) – Residencial Jardim Vila Rica no primeiro plano. Ao lado do bairro área com cobertura vegetal que constitui ponto de passagem de todas alternativas formuladas nesse trecho. Trata-se da área com projeto de parcelamento em curso.

Foto 49: Subtrecho 3 e 4 (Interna) – Ponto de passagem junto ao Jardim Vila Rica, na estrada Guarulhos – Nazaré.

Foto 50: Subtrecho 4 (Interna) – Ponto de passagem do Trecho 4S2 tangenciando o bairro Ponte Alta II.

Foto 51: Subtrecho 4 (Interna e Intermediária) – Área na região leste de Guarulhos, na estada da Parteira.

Foto 52: Subtrecho 4 (Interna e Intermediária) – Parque Residencial Bambi tangenciado pelas Variantes 4S1 e 4S2.

Foto 53: Subtrecho 4 (Interna e Intermediária) – Área refloresta com predominância de Araucárias (Passagem do Trecho 4S4 e variantes).

Foto 54: Subtrecho 4 (Interna e Intermediária) – Núcleo de chácaras e lavra de exploração de areia na divisa entre Guarulhos e Arujá. Passagem das variantes 4S3 e 4N2 entre a área residencial a de lavra.

Foto 55: Subtrecho 4 (Interna e Intermediária) – Desmatamento na região leste de Guarulhos em área com projeto de parcelamento do solo em aprovação (trecho 4S3 e variante 4S1).

Foto 56: Subtrecho 4 (Interna e Intermediária) – Vista da área de lavra de areia que restringe as opções de passagem no segmento final das macro-diretrizes Interna e Intermediária.

Foto 57: Subtrecho 4 (Interna e Intermediária) – Faixa de terras com cultivos agrícolas temporários em Arujá, ao norte do futuro dispositivo de interseção do Trecho Leste do Rodoanel com Rodovia P. Dutra.

Foto 58: Subtrecho 4 (Interna e Intermediária) - Faixa de terras com cultivos agrícolas temporários em Arujá, ao norte do futuro dispositivo de interseção do Trecho Leste do Rodoanel com Rodovia P. Dutra.

Foto 59: Subtrecho 1 (Intermediária) - Mineração na Avenida Raimundo Pereira da Magalhães, no ponto de saída do Trecho Norte.

Foto 60: Subtrecho 1 (Intermediária) - Área de exploração mineral em recuperação na região de Perus (São Paulo) sobre a qual se sobrepõe o Trecho 1N1.

Foto 61: Subtrecho 1 (Intermediária) – Trecho 1N2 e Variante 1N1. O trecho 1N2 tem o eixo posicionado na base da encosta, interferindo com o bairro Laranjeiras (a esquerda). A Variante 1N se desenvolve em túnel atravessando o relevo amorreado.

Foto 62: Subtrecho 1 (Intermediária) – Núcleo de chácaras e loteamentos isolados em Caieiras, onde se posiciona o Trecho 1N4.

Foto 63: Subtrecho 1 (Intermediária) - Núcleo de chácaras e loteamentos isolados em Caieiras, onde se posiciona o Trecho 1N4.

Foto 64: Subtrecho 1 (Intermediária) – Loteamento Alpes de Caieiras a direita e Parque Estadual do Juquery ao fundo e a esquerda. Ponto de passagem do Trecho 1N5.

Foto 65: Subtrecho 1 (Intermediária) – Parque Estadual do Juquery (área florestada), loteamento Alpes de Caieiras e braço do reservatório Paiva Castro, em ponto de passagem do Trecho 1N5.

Foto 66: Subtrecho 1 (Intermediária) - Braço do reservatório Paiva Castro com canal de adução, de onde é feita a reversão de água pela SABESP para o Alto Tietê. Ponto de passagem do Trecho 1N5.

Foto 67: Subtrecho 2 (Intermediária) – Pedreira Concremix em Mairiporã, local de emboque de túnel do Trecho 1N6.

Foto 68: Subtrecho 1 (Intermediária) – Relevo amorreado na Estrada de Santa Inês, que constitui ligação de numerosos loteamentos residenciais ao norte do PEC. Há predomínio de vegetação florestal com continuidade com maciços, como o PEC.

Foto 69: Subtrecho 1 (Intermediária) - Ocupação em curso em topo de morro, em meio a fragmentos florestais em Mairiporã, bairro Sausalito, pode onde se desenvolve o traçado da Variante 1N3.

Foto 70: Subtrecho 1 (Intermediária) – Morros recobertos por vegetação e com ocupação esparsa. Bairro Sausalito.

Foto 71: Subtrecho 2 (Intermediária) – Trecho da Rodovia Fernão Dias em Mairiporã, onde foram identificados pontos de passagem.

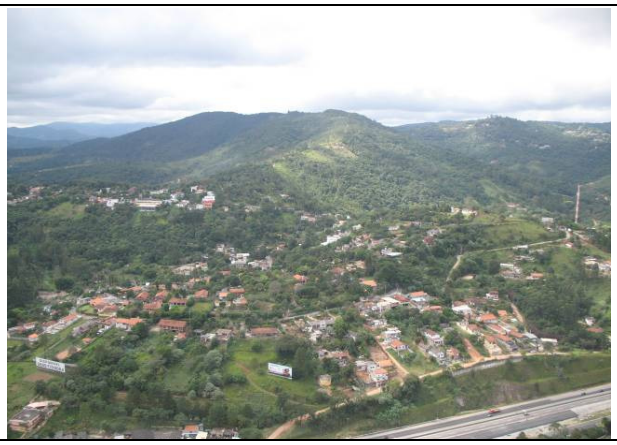


Foto 72: Subtrecho 2 (Intermediária) – Ocupação residencial lindeira à rodovia Fernão Dias.

Foto 73: Subtrecho 2 (Intermediária) – Ponto de passagem do Trecho 2N3.

Foto 74: Subtrecho 2 (Intermediária) – Ponto de passagem das variantes 2N1 e 2N3.

Foto 75: Subtrecho 2 (Intermediária) – Ponto de passagem das Variantes 2N2 e 2N4.

Foto 76: Subtrecho 1 (Intermediária) – Relevo de montanhoso nas proximidades da Fernão Dias que desfavorece a seleção das variantes 2N2, 2N4 e 2N5.

Foto 77: Subtrecho 2 (Intermediária) – Cobertura vegetal em setor do Parque Estadual Itapetinga atravessado por eixos alternativos (T2N4, V2N3 e V2N4).

Foto 78: Subtrecho 2 (Intermediária) - Cobertura vegetal em setor do Parque Estadual Itapetinga atravessado por eixos alternativos (T2N4, V2N3 e V2N4).

Foto 79: Subtrecho 3 (Intermediária) – Loteamento de chácaras na região leste de Mairiporã (Trecho 3N1).

Foto 80: Subtrecho 3 (Intermediária) - Loteamento de chácaras na região leste de Mairiporã (Trecho 3N1).

Foto 81: Subtrecho 3 (Intermediária) – Morro recoberto por vegetação nativa no interior do Parque Serra de Itaberaba. Local interceptado em túnel pelo Trecho 3N1.

Foto 82: Subtrecho 3 (Intermediária) – Limite do Parque Serra de Itaberaba com o bairro Fortaleza.

Foto 83: Subtrecho 3 (Intermediária) – Parque Itaberaba e bairro Fortaleza em setor atravessado pelo Trecho 3N1. Local de emboque de túneis.

Foto 84: Subtrecho 4 (Interna e Intermediária) – Bosque com predomínio de Araucária na região do Arujá Golf Club.

4.0
Caracterização do Empreendimento

O atual traçado e configuração do Trecho Norte do Rodoanel Mario Covas, após a consolidação dos estudos de todas as macro-diretrizes, alternativas e variantes descritas na Seção xxx, é apresentado no Projeto Geométrico (Planta e Perfil) apresentado na escala 1:10.000, no **Anexo 12**. O **Volume VIII,** que apresenta o mapeamento das informações ambientais pertinentes na Área Diretamente Afetada - ADA, traz também o Projeto Geométrico sobre a restituição aerofotogramétrica, apresentado em escala 1:20.000. Cabe ressaltar que as informações de projeto apresentadas no presente EIA refletem o estágio atual de detalhamento de projeto de engenharia, e ajustes pontuais poderão ser incorporados nas fases posteriores de detalhamento.

Os estudos de alternativas de traçado foram realizados por meio do emprego do *software* InRoads produzido pela Bentley Systems. Trata-se de um programa multiplaforma com opção de utilização dos editores gráficos AutoCAD e Microstation, com recursos específicos para desenvolvimento de projetos rodoviários em três dimensões, oferecendo assim, informações relevantes para as equipes envolvidas no trabalho.

Para o desenvolvimento dos estudos de traçado foi utilizado o *software* InRoads criado o Modelo Digital do Terreno (DTM – *Digital Terrain Modeling*) para a área objeto de estudo a partir das informações provenientes de levantamento aéreo.

A partir daí foram cadastradas em meio digital as áreas de interesse para o desenvolvimento dos trabalhos, como limites de parques, áreas degradadas, construções históricas, equipamentos públicos e redes de serviços. Todas essas informações foram consideradas como condicionantes para o desenvolvimento dos estudos de traçado considerados para os trabalhos.

As informações cadastradas no modelo digital utilizado para o projeto foram complementadas por levantamentos realizados em campo e sobrevôos de helicóptero na região, bem como por levantamento fornecidos pelas prefeituras locais, secretarias e órgãos públicos.

Com base nesse conjunto de dados foram desenvolvidos os estudos de traçado para o trecho Norte do Rodoanel utilizando o programa InRoads, compreendendo inicialmente a definição do traçado em planta para as diversas diretrizes e variantes, considerando as condicionantes previamente cadastradas. O *software* conta com uma biblioteca de parâmetros para o projeto geométrico de rodovias em planta e perfil. Para o caso específico do trecho Norte do Rodoanel foi considerada velocidade de projeto de 100 km/h, raio horizontal mínimo de curvatura de 375 m, declividade longitudinal máxima de 4% e superelevação máxima de 8%.

Para cada alternativa de traçado em planta foi desenvolvido o traçado em perfil, considerando a necessidade de transposição do Rodoanel em locais de interesse, como cruzamentos com o sistema viário local, rodovia e estradas municipais, cursos d´água, regiões de parques, dentre outros. Nesse aspecto a utilização do software torna-se bastante atrativa e traz benefícios em virtude da análise tridimensional dos traçados e das interferências cadastradas no modelo digital, tornando o trabalho mais produtivo e reduzindo o tempo necessário para análise dos resultados obtidos e otimização das

alternativas, tendo por objetivo a minimização dos impactos decorrentes da implantação do empreendimento.

O emprego do software InRoads permitiu o cálculo dos volumes de terraplenagem e balanço dos materiais por meio do cálculo das áreas das áreas das seções transversais (áreas de corte e aterro) e volumes provenientes das escavações do túneis, considerando as informações dos traçado em planta e perfil e as seções transversais típicas adotadas para o desenvolvimento dos trabalhos, fornecendo elementos para a quantificação dos impactos decorrentes da implantação das obras, bem como o lançamento dos offsets resultantes para a alternativa de traçado recomendada para execução.

Descreve-se a seguir as principais características técnicas do empreendimento; as condicionantes logísticas de execução; os principais procedimentos executivos previstos para sua construção; o cronograma de implantação, com o respectivo orçamento geral, e as principais características do empreendimento durante a operação.

4.1
Padrão Viário e Capacidade do Rodoanel

O padrão rodoviário do Trecho Norte do Rodoanel manter-se-á equivalente ao dos Trechos Oeste e Sul, já construídos e em operação, e adotado no projeto com licença ambiental prévia do Trecho Leste. Trata-se de obra que apresenta padrão rodoviário com pistas separadas por canteiro central, acesso controlado, e velocidade diretriz de 100 km/h, enquadrando-se, portanto, como rodovia classe “0” de acordo com a classificação do DNIT.

O projeto do Trecho Norte prevê a implantação de uma praça de pedágio na altura da estaca 11.210 e as Interseções foram projetadas para possibilitar uma futura implantação de praças de pedágio. Esta previsão foi considerada no presente EIA, de forma a evitar futuras intervenções que envolvam modificações de *lay-out* das interseções. A configuração das interseções permite ampla liberdade para estabelecimento de futuras políticas tarifárias, como custo por km efetivamente rodado, ou tarifa média.

A extensão total do traçado recomendado pelo presente EIA é de 42,8 km, a partir do Rodoanel Trecho Oeste até o trevo projetado do Rodoanel Trecho Leste com a Rodovia Presidente Dutra, percorrendo uma Macro-Diretriz Interna (ao sul do Parque Estadual da Cantareira).

Devido às suas características de via expressa bloqueada, com pistas separadas e controle de acessos, os usuários somente poderão entrar no Rodoanel nas interseções especialmente projetadas para este fim, integradas às rodovias troncais e ao sistema viário principal. Em todo o percurso do Trecho Norte estão propostas três novas interseções: com a Rodovia Fernão Dias (BR-381), com a Av. Inajar de Souza (zona norte do município de São Paulo) e com uma nova ligação ao Aeroporto Internacional Gov. Franco Montoro, em Cumbica – Guarulhos. Esta ligação terá padrão rodoviário, sem acesso ao viário local, e deverá atender prioritariamente ao tráfego do aeroporto. Estudos de alternativas apresentados neste EIA apontaram a possibilidade de interligação tanto na Rodovia Hélio Smidt como no interior do sítio aeroportuário como possíveis e compatíveis com projetos e estudos co-localizados (obras de expansão do

aeroporto e CPTM, Metrô e TAV). A alternativa indicada neste EIA apresenta 4 km. de extensão, a partir da estaca 12.630 do eixo do Rodoanel Norte até a área do aeroporto.

O trecho de ligação ao aeroporto tem padrão rodoviário, com duas faixas de tráfego separadas por canteiro central de 5 metros, acostamentos externos com 3,00 metros e faixas de segurança internas com 1,00 m de largura.

No Trecho Norte, os estudos de tráfego demonstraram a necessidade de três faixas de tráfego em cada sentido a partir do Rodoanel Trecho Oeste até a futura interseção com a Rodovia Fernão Dias; deste ponto em diante, até a Rodovia Presidente Dutra, a rodovia passaria a ter 4 faixas de tráfego por sentido.

O projeto contempla transposições transversais (superiores ou inferiores) de vias locais, cuja continuidade é importante para a funcionalidade da estrutura urbana atual e futura do entorno. Eventuais remanejamentos ou interrupções dessas vias locais somente serão contemplados após o desenvolvimento de estudos em conjunto com as respectivas Prefeituras. Em função da inserção deste trecho em áreas com restrições à ocupação devido à proximidade do Parque Estadual da Cantareira, o planejamento do eventual remanejamento destas vias deverá incorporar critérios que contribuam para o ordenamento territorial segundo as diretrizes dos Planos Diretores locais.

A seguir são definidas as principais características técnicas de todos os componentes que integram o empreendimento e os critérios de projeto a serem adotados na fase de detalhamento do Projeto Geométrico.

4.2
Características Técnicas e Geométricas

4.2.1
Características Geométricas

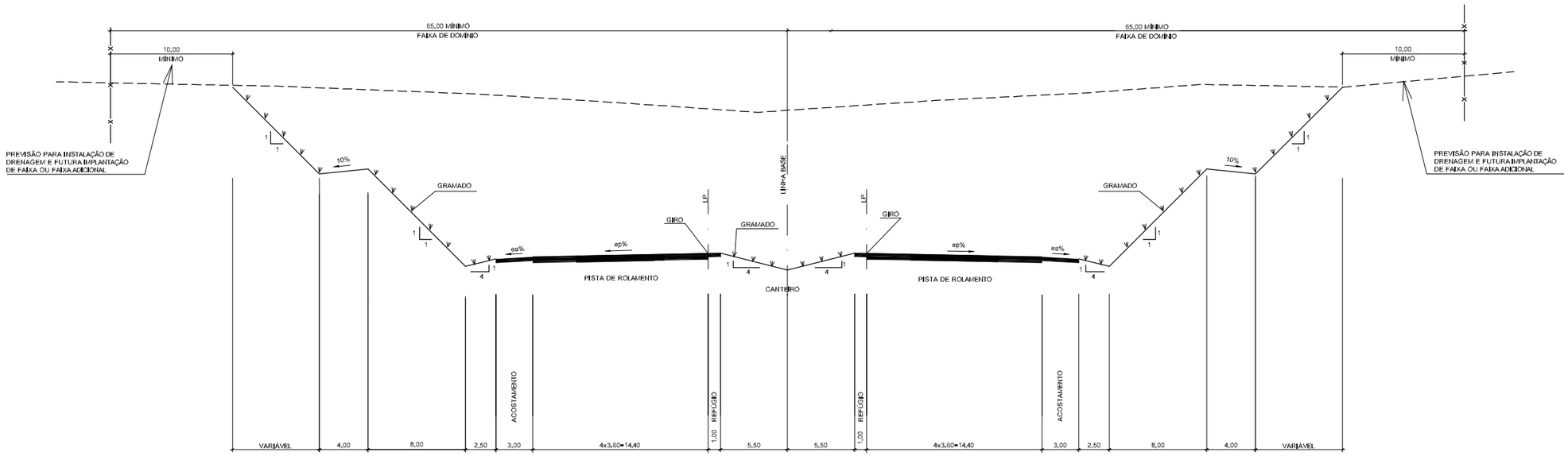
Na **Tabela 4.2.1.a,** apresentada a seguir, estão sintetizados os principais parâmetros geométricos utilizados no projeto apresentado no EIA do Trecho Norte do Rodoanel.

Esses parâmetros, no que tange a superelevação, raios mínimos, larguras das faixas, dos acostamentos e canteiros centrais, rampas máximas e mínimas, gabaritos verticais e inclinação de taludes, tanto para a via principal como para as interseções e vias coletoras, são compatíveis com uma rodovia de segurança máxima e índice de acidentes próximo do mínimo estatístico atingível em empreendimentos equivalentes.

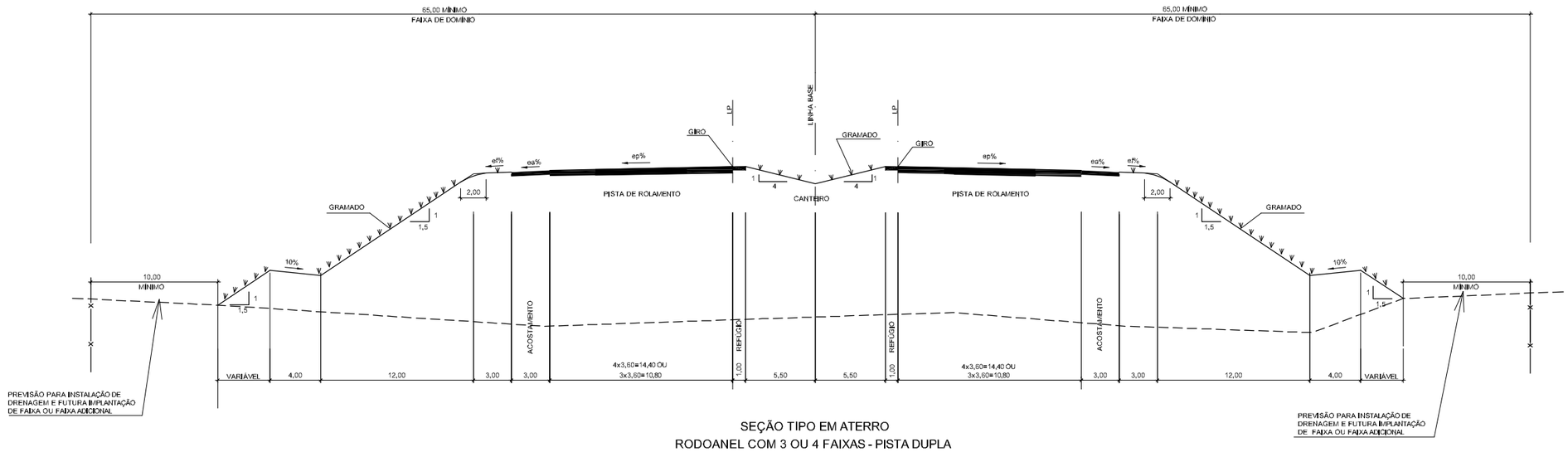
Tabela 4.2.1.a
Principais Características Geométricas do Trecho Norte do Rodoanel

Descrição	Dimensão
Largura total mínima da faixa de domínio	130 m
Largura de cada faixa de rolamento	3,6 m
Largura do canteiro central	11 m
Largura de cada acostamento	3,0 m
Faixa de segurança (faixa entre as pistas e o canteiro central)	1,0 m
Raio mínimo de curva horizontal	375 m
Superelevação máxima	8%
Rampas	de 0,5% a 4%
Gabarito vertical mínimo	5,5 m
Plataforma total (8 faixas de rolamento + canteiro central + acostamentos + faixa de segurança + área de drenagem)	52,8 m
Plataforma total (6 faixas de rolamento + canteiro central + acostamentos + faixa de segurança + área de drenagem)	45,6 m
Largura total de pavimentação (8 faixas de rolamento + 2 acostamentos + 2 faixas de segurança)	36,8 m
Largura total de pavimentação (6 faixas de rolamento + 2 acostamentos + 2 faixas de segurança)	29,6m

As seções tipo da pista principal, dos ramos das interseções, com uma e duas faixas de rolamento, e das obras de arte são apresentadas nas **Figuras 4.2.1.a, 4.2.1.b** e **4.2.1.c**., incluídas a seguir.



SEÇÃO TIPO EM CORTE
RODOANEL COM 4 FAIXAS - PISTA DUPLA



SEÇÃO TIPO EM ATERRO
RODOANEL COM 3 OU 4 FAIXAS - PISTA DUPLA

NOTA

1 - MEDIDAS EM METRO.

2 - AS DECLIVIDADES DOS TALUDES DOS CORTES, SERÃO DEFINIDAS EM FUNÇÃO DOS ESTUDOS GEOTÉCNICOS

3 - QUANDO A PISTA DE ROLAMENTO FOR DE PAVIMENTO DE CONCRETO ep%=ea%

4 - ef% ≥5%

ASSINATURA:

PLANTA BASE: TRAÇADO PROJETO BÁSICO

ESCALA: 1:200

DES. Nº: figura 4.2.1-arcoces4pdu.dwg

DATA: 07/09/2010

REV.: B

CONSÓRCIO: JGP PRIME Engenharia

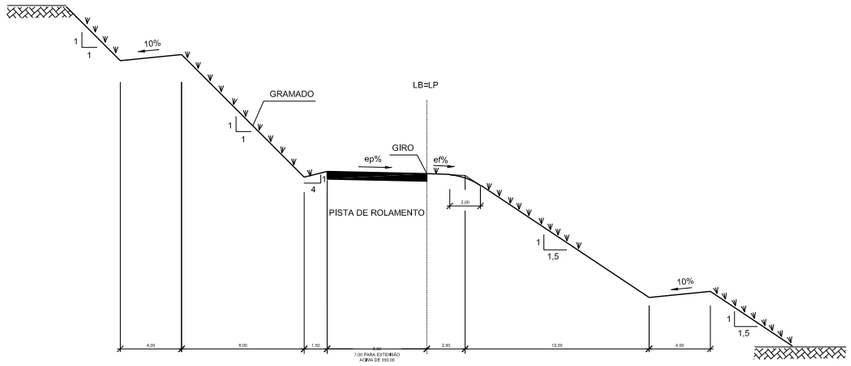
Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A. — RODOANEL MÁRIO COVAS — TRECHO NORTE

Figura 4.2.1-xx

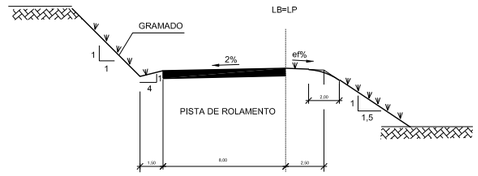
SEÇÕES TIPO

figura 4.2.1-arcoces4pdu.dwg

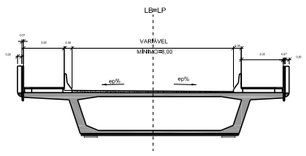
SEÇÕES EM OBRAS DE ARTE ESPECIAIS



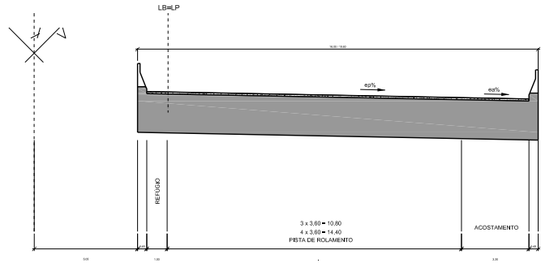
RAMO COM 1 FAIXA DE TRÁFEGO



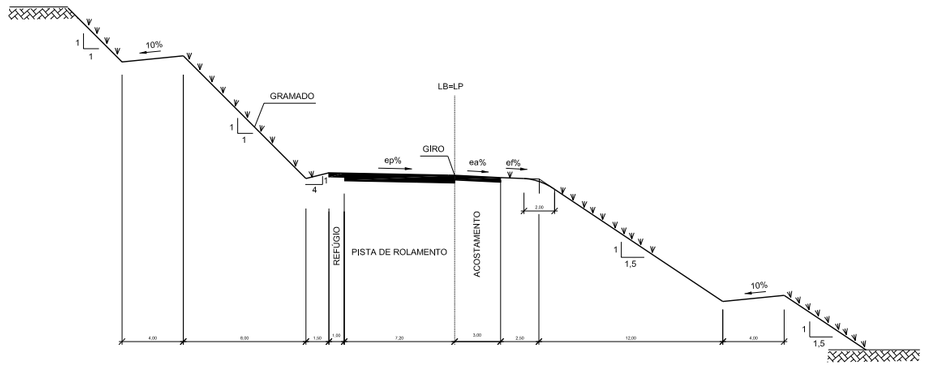
RETORNO



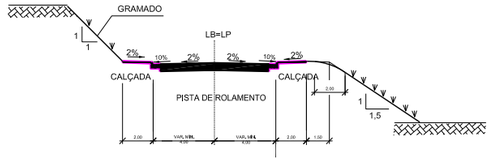
PASSAGEM SUPERIOR
ESC. 1:300



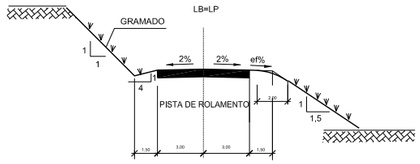
PASSAGEM INFERIOR
ESC. 1:300



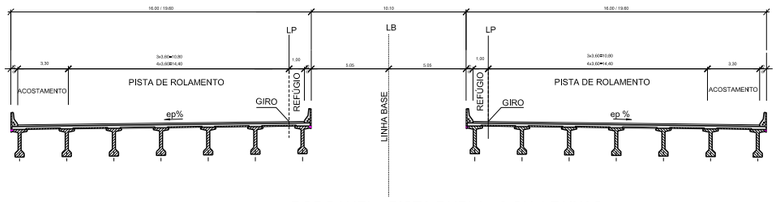
RAMO COM 2 FAIXAS DE TRÁFEGO



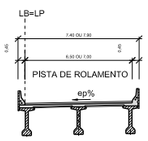
VIA LOCAL PISTA SIMPLES



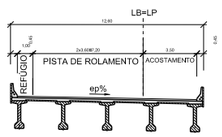
VIA LOCAL CASCALHADA



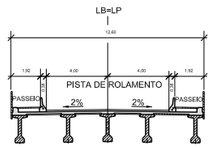
RODOANEL - PISTA DUPLA - 3 OU 4 FAIXAS



RAMO DE 1 FAIXA
6,50 / 7,00



RAMO DE 2 FAIXAS



PASSAGEM SUPERIOR COM PASSEIO

TABELA I

SUPERELEVAÇÃO DA PISTA (ep%)	SUPERELEVAÇÃO DOS ACOSTAMENTOS (ea%)	
	INCLINAÇÃO FAVORÁVEL DA PISTA	INCLINAÇÃO DESFAVORÁVEL DA PISTA
2,0%	5,0%	5,0%
3,0%	5,0%	4,0%
4,0%	5,0%	3,0%
5,0%	5,0%	2,0%
6,0%	6,0%	1,0%
7,0%	7,0%	1,0%
8,0%	8,0%	1,0%

NOTAS:

1 - MEDIDAS EM METRO.

2 - AS DECLIVIDADES DOS TALUDES DOS CORTES, SERÃO DEFINIDAS EM FUNÇÃO DOS ESTUDOS GEOTÉCNICOS

3 - PARA PAVIMENTO DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND ep% = ea%, PARA PAVIMENTO FLEXÍVEL ea% VARIARÁ DE ACORDO COM A TABELA I ;

4 - ef% ≥ 5%;

5 - SUPERELEVAÇÃO MÁXIMA DOS RAMOS 6%.

ASSINATURA:

CONSÓRCIO: JGP PRIME Engenharia

Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A. | ROTA DOS BANDEIRANTES | TRECHO NORTE

PLANTA BASE: TRAÇADO PROJETO BÁSICO

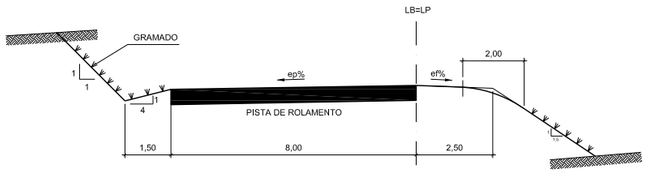
ESCALA: 1:400 | DES. Nº: figura 4.2.1.b-secoes4lpo_rev1.dwg

DATA: 07/09/2010 | REV.: 1

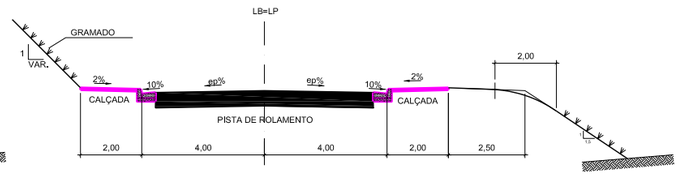
Figura 4.2.1.b :

SEÇÕES TIPO

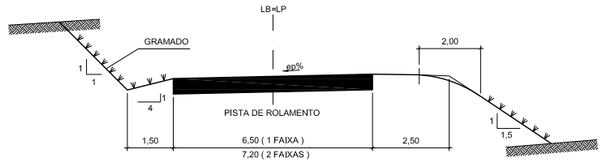
Rota 4.2.1.b secoes4lpo.dwg



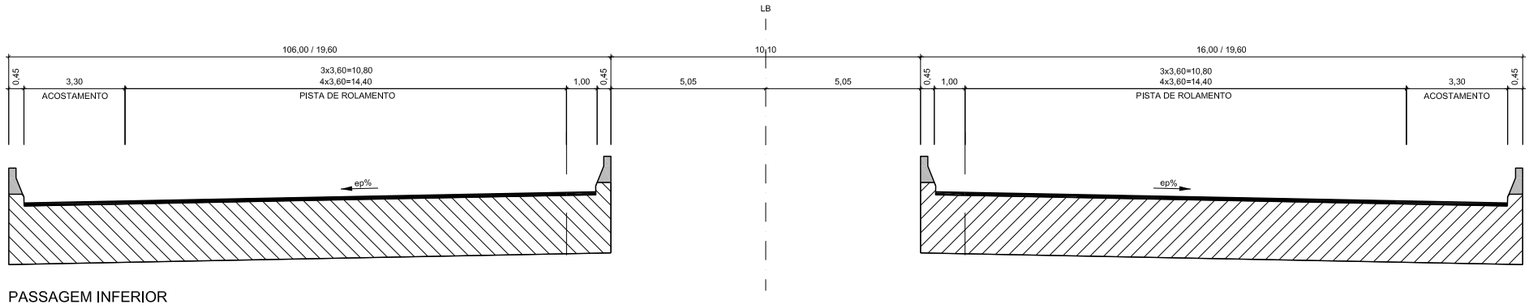
RETORNO



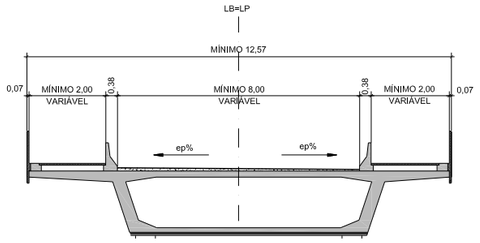
RELOCAÇÕES



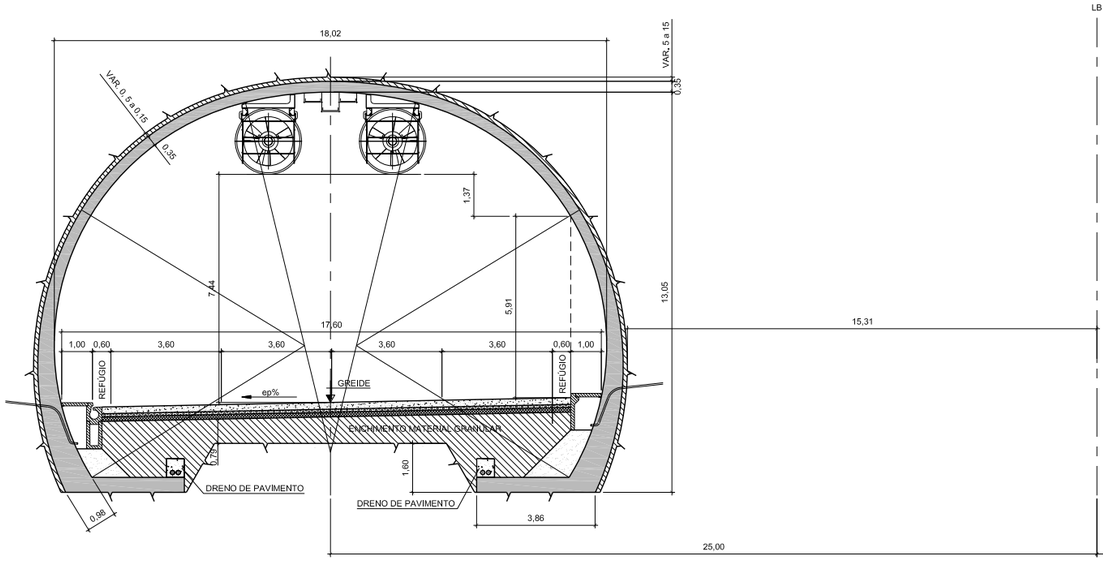
RAMOS



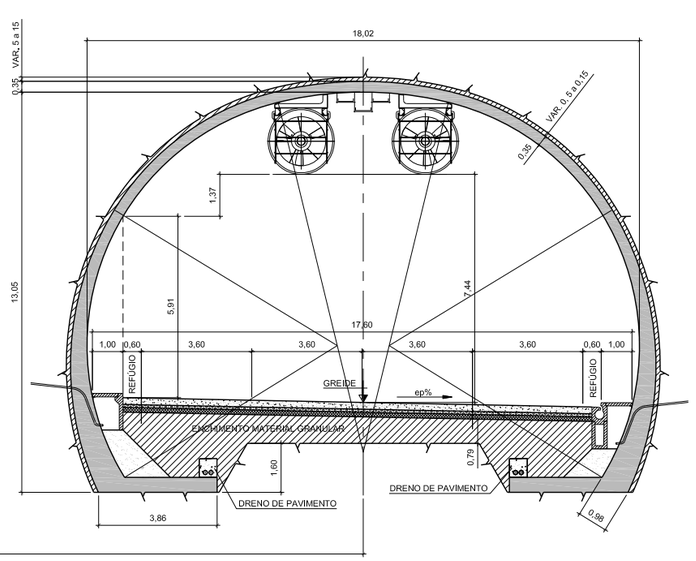
PASSAGEM INFERIOR



PASSAGEM SUPERIOR PARA VIAS LOCAIS



SEÇÃO TÍPICA - TÚNEL EM ROCHA



NOTA

1 - MEDIDAS EM METRO.

2 - AS DECLIVIDADES DOS TALUDES DOS CORTES, SERÃO DEFINIDAS EM FUNÇÃO DOS ESTUDOS GEOTÉCNICOS

3 - QUANDO A PISTA DE ROLAMENTO FOR DE PAVIMENTO DE CONCRETO ep%=ea%

4 - ef% ≥5%

ASSINATURA:

CONSÓRCIO: JGP PRIME Engenharia

Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A. — ROCHANTE RIBEIRO — TRECHO NORTE

PLANTA BASE: TRAÇADO PROJETO BÁSICO

ESCALA: 1:100 | DES. Nº: figura 4.2.1.c-secoes-tipo_rev1.dwg

DATA: 07/09/2010 | REV.: 1

Figura 4.2.1.c:

SEÇÕES TIPO

figura 4.2.1.c-secoes-tipo_rev1.dwg

4.2.2
Faixa de Domínio

A delimitação da faixa de domínio é apresentada preliminarmente, para efeitos de avaliação de impacto, conjuntamente com a delimitação da Área Diretamente Afetada - ADA no **Mapa 5.4.a**. (**Volume VIII**). Com base nas diretrizes de projeto, admitiu-se uma faixa de domínio com largura padrão de 130 m (65 m para cada lado do eixo), nos trechos em superfície.

Este valor deve respeitar ainda o critério do limite de *off-set*, sendo deixada uma faixa adicional para dispositivos de drenagem de 5 metros após os cortes, e 10 metros externos aos aterros. No caso de trechos em viaduto, considerou-se uma faixa de domínio de 80 metros. Os trechos atravessados em túneis somente consideram como faixa de domínio a área dos emboques. Como exceção, foi lançada faixa de domínio sobre o Túnel 2, localizado na altura da estaca 11335 devido ao baixo recobrimento do túnel e com várias edificações na superfície.

O levantamento cadastral das propriedades atravessadas, parte integrante do detalhamento do projeto de engenharia do traçado considerado ambientalmente viável, permitirá estabelecer a quantificação precisa da área total a ser objeto de desapropriação. A quantificação feita em nível de projeto atual indica uma área de desapropriação total de aproximadamente 560 ha para todo o Trecho Norte.

Cabe destacar que a faixa de domínio não coincide totalmente com a ADA, que é considerada a área submetida a intervenções diretas da obra. A faixa de domínio, a ser objeto de desapropriação, considera basicamente as áreas necessárias à operação do empreendimento, sendo que existem situações em que as obras exigirão intervenções provisórias que não implicam necessariamente na necessidade de desapropriação e alargamento da faixa. Como exemplo, podem ser mencionadas algumas obras provisórias de drenagem, como a implantação de corta-rios durante a execução de bueiros, para drenagens interceptadas com percurso paralelo ao traçado, em que as obras poderão se estender marginalmente fora da faixa. Nestes casos, o detalhamento destas intervenções implicará em ajustes na ADA, a serem contemplados para a obtenção das Licenças de Instalação.

4.2.3
Interseções

No total, o traçado recomendado prevê as interseções elencadas a seguir. .

<u>Interseção Rodoanel Trecho Oeste</u>

Esta Interseção, que completa os movimentos da interseção hoje existente do Trecho Oeste do Rodoanel, inclui a construção de dois viadutos, com três faixas por sentido sobre a Av. Raimundo Pereira de Magalhães, além de alças de acesso sentido Rodoanel – Av. Raimundo Pereira de Magalhães – Rodoanel, implantação de praça de pedágio nas alças de saída do Rodoanel para a Av. Raimundo Pereira de Magalhães, e passagem inferior sob o Rodoanel na alça de acesso à Rua Joana Pedroso dos Santos.

Interseção com a Avenida Inajar de Sousa

Esta Interseção será implantada no final da Av. Inajar de Sousa, dando acesso somente na direção desta avenida, enquanto que o acesso à Av. Arquiteto Roberto Aflalo será feito por meio da implantação de uma passagem inferior ao Rodoanel.

Interseção com a Rodovia Fernão Dias

Esta Interseção será implantada entre os kms 81 e 82 da Rodovia Fernão Dias, no distrito de Tremembé do município de São Paulo, local em que predominam atividades de serviços (postos de gasolina) e galpões industriais.

Os estudos de tráfego indicam, como volumes principais desta interseção, o movimento do Rod. Fernão Dias com o Rodoanel Norte, sentido Rodovia Presidente Dutra. Para absorver o tráfego neste sentido foram projetados ramos direcionais.

Acesso ao Aeroporto Internacional Gov. Franco Montoro, em Guarulhos

Interseção a ser implantada na altura da estaca 12.630 do Rodoanel, onde estão previstas alças direcionais com a implantação de três viadutos sobre as pistas do Rodoanel, permitindo acesso direto com uma ligação a ser construída de padrão rodoviário ao Aeroporto. Prevê-se neste acesso a implantação de uma praça de pedágio. A alternativa indicada no atual estágio de desenvolvimento do projeto tem 4 quilômetros de extensão e interliga o Rodoanel no viário interno do sítio aeroportuário. Um traçado similar desta ligação, porém interligando-se com a Rod. Helio Smidt também foi estudado, e poderá ser uma alternativa a ser detalhada em uma etapa posterior do projeto, considerando a compatibilização com outros projetos de transporte co-localizados.

Interligação com o futuro Trecho Leste do Rodoanel

A junção do traçado recomendado do Trecho Norte na Interligação do futuro Trecho Leste, conforme projeto geométrico apresentado no EIA do Trecho Leste, será feita nas pistas do Rodoanel, na Interseção com a Rodovia Presidente Dutra.

4.2.4
Obras de Arte Especiais

Para permitir a continuidade de fluxos transversais, deverão ser construídas obras de arte especiais (pontes e viadutos rodoviários), objetivando transpor obstáculos naturais (rios ou vales profundos) ou manter a comunicação entre os dois lados da rodovia sem interferir com o fluxo da mesma, segundo as características técnicas previstas no padrão rodoviário pretendido.

As obras de arte especiais previstas como parte integrante do empreendimento podem ser classificadas em cinco tipos distintos, como se segue:

- Passagens Superiores (PS):

São as obras de arte (viadutos) que passam sobre as pistas principais do empreendimento.

- Passagens Inferiores (PI):

São compostas pelas obras de arte (viadutos) que pertencem às pistas do empreendimento e que transpõem ruas ou avenidas que não podem ser interrompidas.

- Passagens de Veículos (PV):

São travessias sob a pista principal, destinadas a permitir o acesso a propriedades seccionadas pelo empreendimento.

- Passarelas de Pedestres:

São travessias elevadas da faixa de domínio, destinadas exclusivamente à passagem de pedestres e/ou bicicletas.

- Túneis

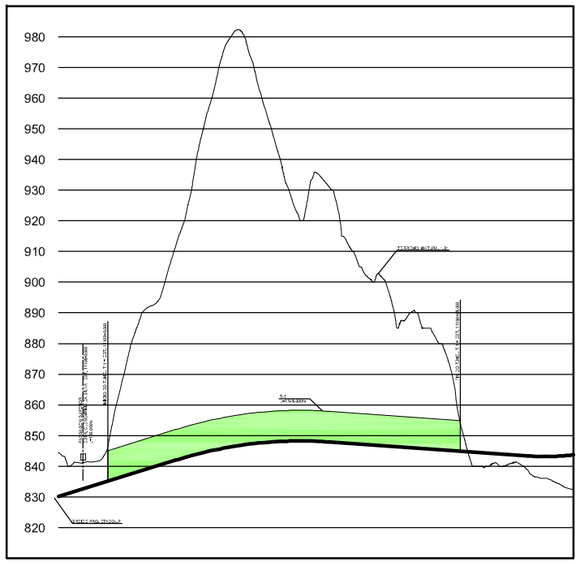
São travessias subterrâneas destinadas unicamente à passagem de veículos. Para uma rodovia do padrão do Rodoanel, os túneis são obras projetadas para permitir travessias de trechos de topografia muito acidentada. No caso específico do traçado recomendado do Trecho Norte, foram previstos seis túneis para travessias de segmentos situados em terrenos acidentados, com restrições ambientais, como existência de Unidade de Conservação de Proteção Integral, com contínuos de vegetação de porte florestal, ou áreas densamente ocupadas. Conforme se observa nos perfis longitudinais dos túneis projetados, apresentados na **Figura 4.2.4.a** incluída a seguir, os túneis estão projetados em profundidade mínima de 41 metros (T3) e atingindo até 135 metros (T1).

Está previsto um total, para todo o traçado recomendado, de 22 viadutos/pontes, 04 passagens inferiores (PI), 05 passagens superiores (PS), 16 passagens de veículos (PV) e 12 túneis. Estes últimos localizam-se em seis trechos, todos com quatro faixas por sentido, com largura de 3,60 metros cada uma, perfazendo uma seção típica com área total de 160 m^2.

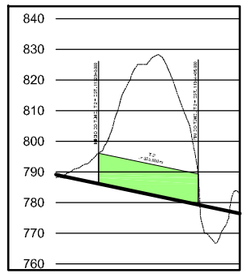
Na **Tabela 4.2.4.a**, a seguir, é apresentada a lista de obras de arte especiais previstas ou em análise para o projeto.

Deve-se ressaltar que essa listagem não inclui as passarelas, cuja localização exata ao longo do traçado será feita na etapa de detalhamento de Projeto de Engenharia. As diretrizes a serem seguidas para a decisão da necessidade de implantação de passarelas, entretanto, serão aquelas utilizadas em outras rodovias classe 0, além da experiência acumulada na operação dos outros trechos em operação do Rodoanel. Essas diretrizes podem ser resumidas em:

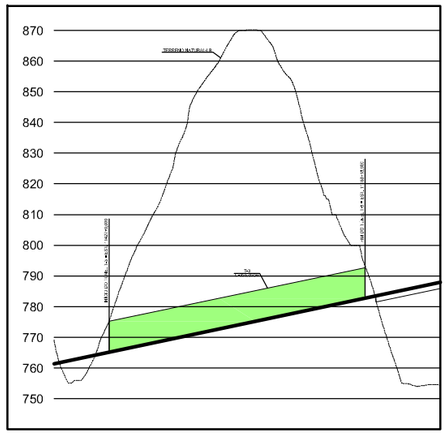
T-1



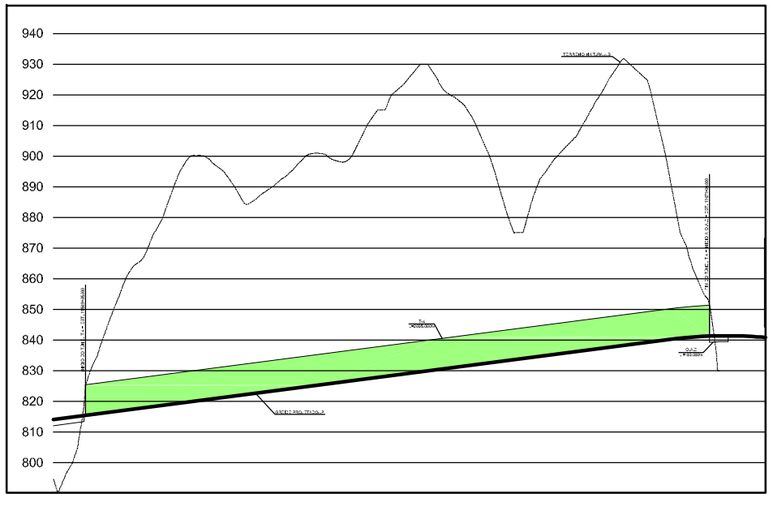
T-2



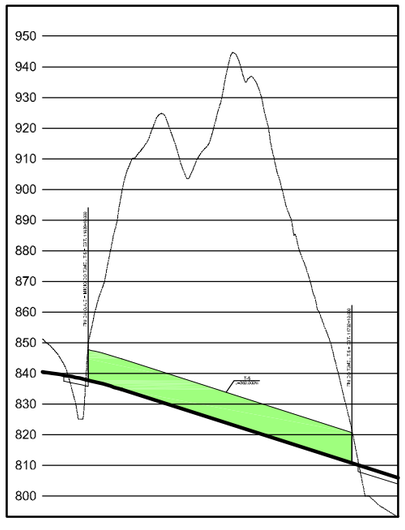
T-3



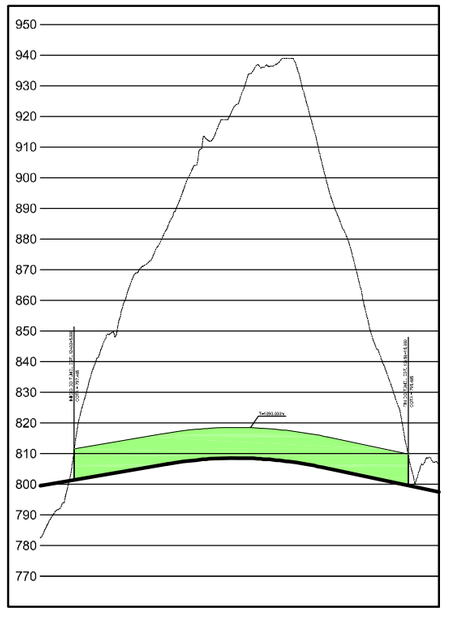
T-4



T-5



T-6



ASSINATURA:

ASSINATURA:

ESCALA: 1:40	DES. Nº: Figura 4.2.4.a.dwg
DATA: 22/06/10	REV.: Ø

CONSÓRCIO: JGP PRIME Engenharia

Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A.

RODOANEL MÁRIO COVAS TRECHO NORTE

Figura: 4.2.4.a

PERFIS DOS TRECHOS EM TÚNEL

1. Identificação e mapeamento das atuais travessias de pedestres, de maneira a que nenhuma travessia existente seja interrompida;
2. Previsão de calçadas para utilização de pedestres em todas as passagens superiores e inferiores;
3. Minimização do aumento do trajeto do pedestre, que deve ser inferior a 500 m, na implantação de passarelas.

Como regra geral, as obras de arte especiais previstas como parte integrante do empreendimento garantem que todos os cruzamentos transversais pré-existentes serão mantidos, prevendo-se, inclusive, a largura necessária a futuras ampliações de capacidade definidas em diretrizes viárias dadas pelas prefeituras pertinentes.

Por outro lado, a implantação do Rodoanel poderá representar uma barreira física que impedirá a abertura de futuros eixos viários transversais não previstos nos Planos Diretores dos municípios envolvidos. Trata-se de característica estrategicamente interessante para controle da urbanização irregular nas regiões ambientalmente sensíveis, representando um instrumento de controle eficaz para o ordenamento viário futuro. Cabe observar, entretanto, que assim como outras rodovias de mesmo porte, futuras transposições transversais poderão ser planejadas e executadas, porém somente de eixos viários que apresentem carregamentos significativos, uma vez que, obrigatoriamente, dependem da execução de dispositivos em desnível, principalmente viadutos.

Tabela 4.2.4.a
Localização, Quantidade e Extensão Estimada das Obras de Arte Especiais

TIPO	DESCRIÇÃO	LOCALIZAÇÃO	EXTENSÃO	QTDE
Viaduto	Viaduto	11061+0,000 a 11085+0,000	480	2
os	Ligação Bairro Bairro	11107+000 a 11110+0,000	60	1
TÚNEL 1	Túnel 1 - São Paulo	11110+0,000 a 11166+5,000	1125	2
Viaduto	Núcleo Bananal / Canivete	11271+0,000 a 11311+0,000	800	2
TÚNEL 2	Túnel 2 - São Paulo	11328+0,000 a 11344+5,000	325	2
Viaduto	Núcleo Bananal / Itaguaçu	11365+0,000 a 11382+0,000	340	2
PI	Av. Inajar de Souza			2
TÚNEL 3	Túnel 3 - São Paulo - Núcleo Bispo	11427+0,000 a 11470+10,000	870	2
Viaduto	Núcleo Bispo	11470+10,000 a 11492+10,000	440	2
Viaduto	ETA Guaraú / Estr. de Santa Inês	11515+0,000 a 11569+0,000	1080	2
TÚNEL 4	Túnel 3 - São Paulo - SABESP 1	11569+5,000 a 11673+5,000	2080	2
Viaduto	Clube SABESP 1	11674+0,000 a 11692+0,000	360	2
TÚNEL 5	Túnel 5–S.Paulo-Núcleo Santa Maria	11693+15,000 a 11733+10,000	795	2
Viaduto	Núcleo Santa Maria	11733+10,000 a 11751+10,000	360	2
PI	Rod. Fernão Dias	11952+000		2
PV	Av. Pedro de Souza Lopes	12145+10,000	20	2
PS	Ligação Bairro Bairro	12173+0,000	100	1
Viaduto	Viaduto	12213+0,000 a 12240+0,000	540	2

Tabela 4.2.4.a
Localização, Quantidade e Extensão Estimada das Obras de Arte Especiais

TIPO	DESCRIÇÃO	LOCALIZAÇÃO	EXTENSÃO	QTDE
PV	Estrada Recreio São Jorge	12325+10,000	20	2
TÚNEL 6	Túnel 6 - Guarulhos	12402+5,000 a 12456+15,000	1090	2
Viaduto	Viaduto	12466+0,000 a 12493+0,000	540	2
PI	Viaduto PI	12463+0,000	60	1
PS	Ligação Bairro Bairro	12494+0,000	100	1
PS	Tanque Grande	12565+10,000	80	1
PV	R. Ivan Edmundo	12618+10,000	20	2
PS	Estrada Guarulhos Nazaré	12711+0,000	70	1
Viaduto	Viaduto	12788+0,000 a 12801+10,000	270	2
PV	Estrada Albino Matielo	12880+10,000	15	2
PV	Estrada Amariles	12919+10,000	15	2
PV	Estrada do Morro Grande	12945+10,000	15	2
PV	Estrada da Parteira	12960+10,000	15	2
PV	Estrada Francisco Beirão	13088+0,000	15	2

PI – passagem inferior **PV** – passagem de veículos
PS – passagem superior

Retornos Operacionais

Dadas as características do Trecho Norte, onde são previstas somente três Interseções entre o início e o final do trecho, os retornos operacionais são muito importantes para garantir a operação do sistema dentro dos parâmetros de segurança para uma rodovia Classe 0. Assim, estão previstos retornos operacionais a intervalos da ordem de 2 quilômetros, através de dispositivos em desnível (PI ou PS), sem acesso ao viário local.

4.2.5
Drenagem

O padrão de rodovia classe “0”, que é o caso do Rodoanel Trecho Norte, pressupõe um projeto de drenagem que redirecione o escoamento original das águas superficiais, de maneira a recompor a situação de drenagem natural do terreno, sem interferir nas condições de segurança rodoviária da pista. Entre as principais características a serem destacadas, encontram-se as seguintes:

- Interceptação e captação das águas que chegam ou precipitam sobre o corpo estradal, com condução das mesmas a um local de deságue seguro.
- Disciplinamento do fluxo de água de um lado para o outro do corpo estradal, ao longo de todos os talvegues interceptados, interligando os dispositivos de drenagem superficial aos cursos de água naturais.

- Esgotamento das águas que infiltram pela plataforma, assim como interceptação e rebaixamento das águas das camadas aquíferas profundas, de modo a impedir a deterioração de subleitos e pavimentos.
- Garantia da continuidade do sistema de drenagem pluvial de áreas adjacentes à faixa de domínio, por meio de dispositivos que evitem eventuais escoamentos descontrolados sobre a mesma.
- Compensação hidráulica dos efeitos de redução do tempo de concentração das microbacias interceptadas, como decorrência da retificação / canalização de talvegues no seu percurso através da faixa de domínio, nos casos de cursos d'água que apresentam problemas localizados de inundação a jusante.

Assim como executado Rodoanel Trecho Sul, que atravessou Área de Proteção de Mananciais, todos os cruzamentos com drenagem natural no Trecho Norte estão sendo projetados de maneira a garantir o restabelecimento das condições de drenagem natural dos corpos d'água atravessados.

Nas **Tabela 4.2.5.a**, apresentada a seguir, são elencados os cursos d'água perenes atravessados pelo empreendimento, a sua localização e a forma prevista para transposição.

Tabela 4.2.5.a
Cursos d'Água perenes Interceptados

Estaca	Dispositivo Previsto
11109+0,00	CANAL RETANGULAR
11210+0,00	BSTC Ø1,50
11227+0,00	BSTC Ø1,00
11238+10,00	BSTC Ø1,20
11327+0,00	BSCC 2,00X2,00
11382+0,00 A 11388+0,00 – CÓRREGO DO CABUÇU	CORTA RIO
11405+0,00 A 1410+0,00 – CÓRREGO DO CABUÇU	CORTA RIO
11410+0,00 – CÓRREGO ITAGUAÇU	BSCC 3,50X3,50
EST. 11429+0,00	BSCC 2,00X2,00
11526+0,00 – CÓRREGO GUARAU	BDCC 3,00X3,00
11560+15,00	BSCC 3,00X3,00
11571+10,00	BSCC 2,50X2,50
11675+0,00	BSCC 2,50X2,50
11738+10,00	BSTC Ø1,00
11750+0,00	BSTC Ø1,50
11790+0,00	BSTC Ø1,50
11802+0,00	BSTC Ø1,50
11833+10,00	BSTC Ø1,50
11846+10,00	BSTC Ø1,00
11870+0,00	BSTC Ø1,50
11900+0,00	BDCC 3,00X3,00
11902+0,00	BSCC 2,00X2,00
12036+10,00	BSCC 2,00X2,00
12025+0,00 A 12060+0,00 - RIO CABUÇU DE CIMA	CORTA RIO
12177+10,00	BSTC Ø1,00
12189+10,00	BSCC 2,00X2,00
12280+10,00	BSTC Ø1,50
12290	BSTC Ø1,00
12330+10,00 – CÓRREGO INVERNADA	BSCC 3,50X3,50
12350+0,00	BSTC Ø1,50
12393+10,00	BSTC Ø1,50
12507+0,00	BSTC Ø1,20

Tabela 4.2.5.a
Cursos d'Água perenes Interceptados

Estaca	Dispositivo Previsto
12530+0,00 – CÓRREGO AGUA SUJA	BSTC Ø1,50 E BSCC 2,50X2,50
12599+10,00	BSCC 1,50X1,50
12599+10,00	CORTA RIO
12629+0,00 – RIBEIRÃO TANQUE GRNDE	BTCC 3,00X3,00
12721+10,00	BSTC Ø1,00
12737+10,00	BSTC Ø1,20
12744+10,00	BSCC 1,50X1,50
12755+0,00 - RIBEIRÃO DAS LAVRAS	BTCC 3,00X300
12827+0,00	BSTC Ø1,00
12855+10,00	BSTC Ø1,00
12866+10,00	BSCC 2,50X2,50
12911+0,00	BSCC 2,50X2,50
12953+0,00	BSCC 3,50X3,50
12968+0,00	BSTC Ø1,00
13078+10,00	BSTC Ø1,20

Adicionalmente às transposições de cursos d'água, o sistema de drenagem da rodovia contempla, genericamente, os seguintes dispositivos:

- valetas de proteção de corte e aterro;
- valetas de banquetas e bermas;
- sarjetas de pé de corte;
- sarjetas de bordo de aterro;
- valetas de canteiro central;
- caixas coletoras;
- poços de visita;
- bocas de lobo;
- escadas hidráulicas;
- bueiros de greide;
- galerias;
- bacias de captação;
- dispositivos de amortecimento.

Esses dispositivos serão também previstos, quando pertinente, nos planos de aproveitamento e recuperação posterior de áreas de bota-fora, empréstimos e outras áreas de apoio.

No que tange aos dispositivos de drenagem profunda e de pavimento, são previstos drenos de talvegue, sub-horizontais, longitudinais profundos e drenos longitudinais e transversais de pavimento, em todos os casos que as condições locais indiquem a sua necessidade.

4.2.6
Terraplenagem e Escavação de Túneis

O projeto de terraplenagem foi desenvolvido procurando maximizar as possibilidades de compensação de cortes e aterros dentro da própria faixa de domínio, de forma a minimizar a demanda por áreas de apoio externas (áreas de depósito de material excedente -DME e de empréstimos - AE). Para tanto, o projeto básico buscou ajustar o alinhamento horizontal do traçado, evitando cortes ou aterros desbalanceados.

Como diretriz geral, procurou-se reduzir a altura dos cortes e aterros, utilizando, quando conveniente e viável, alargamentos de plataforma de corte e/ou aterro, de forma a equilibrar o balanço de materiais.

A inclinação padrão adotada para taludes de corte foi de 1:1 (H:V) para as saias de aterro, de 1:1,5 (H:V). Em todos os casos de cortes e aterros foram previstas bermas com largura de 4 metros, a intervalos de 8 metros de altura. Quando da elaboração do projeto executivo, eventuais soluções específicas, com a adoção de taludes mais íngremes e/ou bermas mais estreitas, poderão ser estudadas em situações críticas em que isto seja conveniente, de forma a minimizar impactos na vegetação ou no uso do solo adjacente, desde que as condicionantes geotécnicas o permitam.

As estimativas de volumes de terraplenagem por sub trecho, ainda em nível de projeto geométrico, são resumidas na **Tabela 4.2.6.a.** Na Tabela **4.2.6.b** são apresentados os quantitativos das escavações dos túneis. Os quantitativos finais ainda dependem do detalhamento a ser feito em fases posteriores de projeto.

Tabela 4.2.6.a
Quantitativos da movimentação de cortes e aterros
(estimativa em milhões de m3)

Sub-Trecho	Estacas	Volume de Corte	Volume de aterro
Rodoanel Oeste a Av. Inajar de Souza	11000 à 11400	3364	1108
Av. Inajar de Souza a Rod Fernão Dias	11400 à 11920	3793	1565
Rod Fernão Dias a Estr. Guarulhos-Nazaré	11920 à 12710	8268	4523
Estr. Guarulhos-Nazaré ao Futuro Rodoanel Leste	12710 à 13116	2191	1851
	Total	**17616**	**9047**

Nota: Os volumes de aterro são volumes geométricos (medidos no aterro compactado).

Tabela 4.2.6.b
Quantitativos da escavação dos túneis (estimativa em milhões de m3)

TÚNEL Nº.	ESTACA			VOLUME DE CORTE (m^3)			TOTAL
				1ª. CAT.	2ª. CAT.	3ª. CAT.	
1	11109	+	0,000	34.080	25.560	428.130	487.770
	11166	+	5,000				
2	11328	+	0,000	25.560	19.170	93.720	138.450
	11344	+	5,000				
3	11427	+	0,000	51.120	38.340	265.950	355.410
	11468	+	15,000				
4	11569	+	5,000	34.080	25.560	807.270	866.910
	11671	+	0,000				
5	11689	+	10,000	42.600	31.950	291.810	366.360
	11732	+	10,000				
6	12402	+	5,000	25.560	139.302	299.478	464.340
	12456	+	15,000				
TOTAL				**213.000**	**279.882**	**2.186.358**	**2.679.240**

4.2.7
Balanço de Materiais

Os volumes de terraplenagem e balanço de materiais por sub-trecho, apresentados na **Tabela 4.2.7.a**, a seguir, foram estimados com base nas áreas de corte e aterro, processadas por meio de *software* específico, considerando as seguintes diretrizes:

- Seções tipo do projeto conforme apresentadas na **Seção 4.2**;
- As inclinações máximas padrão de taludes de corte e saias de aterro (**Seção 4.2**);
- Previsão de distribuição dos volumes de corte na proporção de 75% para 1ª, 2ª e 3ª categorias, estimada com base no conhecimento das características geológicas locais e nos resultados do reconhecimento geológico superficial ao longo do traçado;

Fator de correção (redução por compactação) para o material de 1ª e 2ª categorias (já considerado nos volumes de aterro indicados na **Tabela 4.2.7.a**);

Tabela 4.2.7.a
Balanço de Materiais de Terraplenagem por Sub-Trecho (valores em 10^3 m^3)

Trechos			Escavação				Aterro	DME
			Cortes			Emprest.		
Estaca			1a.cat.	2a. cat.	3a. cat	1a. cat		
11000	à	11400	1271	808	1285	-	1108	2256
11400	à	11920	1291	661	1841	-	1565	2228
11920	à	12710	6126	1606	536	-	4523	3746
12710	à	13116	1990	201	-	-	1851	340
Total			**10678**	**3276**	**3662**	**-**	**9047**	**8570**

Nota: Volumes geométricos

Conforme se observa na **Tabela 4.2.7.a**, o volume total de cortes e empréstimos é de 17.616x$10^3$$m^3$ dos quais, 9.047x$10^3$$m^3$ serão utilizados ao longo do traçado (aterro) e 8.570 x$10^3$$m^3$ serão direcionados para áreas de bota fora.

4.2.8
Relocação de Interferências

Ao longo do traçado recomendado foram identificadas interferências aéreas e subterrâneas com utilidades de serviços públicos, que implicam na necessidade de relocação. A DERSA vem mantendo contato junto a todas as concessionárias, privadas e públicas, tanto em nível federal, como estadual e municipal, visando a colher as informações necessárias à elaboração do cadastro de interferências.

No projeto executivo, as utilidades que necessitarem de relocação serão cadastradas topograficamente, e serão tomadas as medidas necessárias para relocação da utilidade junto a concessionária responsável.

4.2.9
Pavimento

Para o Trecho Norte do Rodoanel estão sendo estudadas várias alternativas das estruturas dos pavimentos, em função principalmente das características de tráfego, dos materiais ocorrentes e da capacidade do suporte das camadas subjacentes. À semelhança do adotado no Trecho Oeste e Sul, estão sendo consideradas, como soluções viáveis, tanto os revestimentos em concreto como em materiais betuminosos.

O detalhamento final dessas estruturas e a distribuição dos tipos de pavimentos para todo o Trecho Norte deverão ser definidos após o detalhamento do projeto executivo, considerando as particularidades de cada trecho.

As instalações de apoio necessárias ao processamento do pavimento deverão ser objeto das devidas autorizações da CETESB.

4.3
Condicionantes Logísticas

A execução de uma obra rodoviária do porte do Trecho Norte do Rodoanel, inserida em uma região de importância metropolitana, impõe uma série de restrições de natureza logística que têm sido incorporadas ao planejamento do processo de execução das obras.

Essas restrições decorrem, principalmente, da necessidade de planejar as diversas frentes de obra, de forma a garantir um adequado balanceamento entre os trechos, minimizar o transporte de materiais a distâncias necessárias, e restringir as relocações de interferências desnecessárias ou não planejadas com o tráfego local e com usos adjacentes.

Um aspecto a considerar em relação às atividades de terraplenagem vincula-se à quantidade de interferências aéreas e subterrâneas a serem relocadas em alguns sub-trechos. Nas obras rodoviárias em áreas urbanizadas, torna-se muitas vezes difícil aproveitar todas as possibilidades de compensação de corte e aterro dentro da própria faixa de domínio idealmente previstas no projeto. Usualmente, acaba sendo inviável a colocação do material removido de seções em corte nos trechos em aterro mais próximos, por atrasos na relocação de alguma interferência, implicando, consequentemente, no transporte até o depósito de material excedente - DME mais próximo. A situação inversa também ocorre, gerando demandas adicionais por áreas de empréstimo - AE. Devido à importância de que as relocações necessárias sejam feitas sempre que possível no cronograma planejado pela obra é prevista uma medida dentro do Programa de Detalhamento do Projeto de Engenharia para Atender às Condicionantes Ambientais (ver **Seção 7.5**), voltada para o planejamento da remoção antecipada de interferências identificadas, sempre que possível.

4.4
Áreas de Apoio

As áreas de apoio necessárias para dar suporte à execução das obras poderão ser de vários tipos,cabendo mencionar as seguintes:

- Canteiros de obra;
- Usina(s) de asfalto;
- Usina(s) de solo;
- Áreas de bota-fora de material de fresagem e/ou entulho (remoção de pavimentos pré-existentes, demolições);
- Áreas de bota-fora de material excedente de limpeza e/ou resíduos florestais;
- Áreas para estocagem provisória do horizonte orgânico do solo removido da faixa de domínio;
- Áreas de depósito de material excedente (bota-foras) para solos moles;
- Áreas de depósito de material excedente (bota-foras) para material excedente de corte;
- Áreas de depósito de material excedente (botas-foras) para material retirado da escavação dos túneis;
- Áreas de empréstimo;
- Pátios de vigas (para apoio às obras de arte especiais).

Deve-se observar que não é prevista a utilização de pedreiras novas, sendo possível usar as pedreiras que já operam de forma comercial na Região Metropolitana de São Paulo. Será estudada também a possibilidade de utilização do próprio material retirado das escavações de cortes e túneis, após britagem, na obra.

Em relação às áreas de canteiros de obras e eventuais instalações industriais a serem utilizadas, cabe ressaltar que as mesmas serão objeto de licenciamento quando da solicitação da Licença de Instalação, juntamente com o Plano de Ataque às obras a serem definidos por sub-trechos ou lotes. A sua localização obedecerá, sempre que possível, às restrições ambientais e de uso e ocupação, e o seu planejamento locacional deverá considerar as distâncias convenientes em relação às obras.

Deve-se observar também que, em determinados sub-trechos, poderão ser desnecessários alguns dos tipos de área de apoio elencados acima, em função do balanceamento de materiais no próprio eixo da obra.

Para efeito de avaliação de viabilidade da obra, foram pré-identificadas e avaliadas aproximadamente 76 áreas potenciais para uso como depósito de material excedente - DME e 06 áreas de empréstimo – AE próximas às frentes de obra. Após avaliação de restrições ambientais para o uso destas áreas, foram pré-selecionadas 65 áreas consideradas viáveis. Os principais critérios considerados foram, principalmente:

- evitar interferência em Unidades de Conservação;
- minimizar interferências em áreas com cobertura vegetal em estágio médio ou avançado de regeneração;
- minimizar interferências em áreas de preservação permanente – APPs;
- minimizar a necessidade de uso de acessos através de áreas com potenciais conflitos com os usos adjacentes ou com o zoneamento municipal; e

- dar preferência a alternativas próximas à obra evitando, sempre que possível, o transporte de materiais por vias locais.

Em alguns segmentos do traçado, devido à proximidade entre os limites do PEC e a mancha urbana consolidada, a busca por áreas de apoio, principalmente DMEs, teve que considerar distâncias de transporte maiores em relação às frentes de obra.

As áreas selecionadas serão detalhadas durante a fase de elaboração dos Projetos de Engenharia, e objeto de autorização pelos órgãos ambientais licenciadores para a sua utilização. Para feitos de avaliação de impacto, essas áreas de apoio estão sendo consideradas, assim como os respectivos acessos, como partes da ADA.

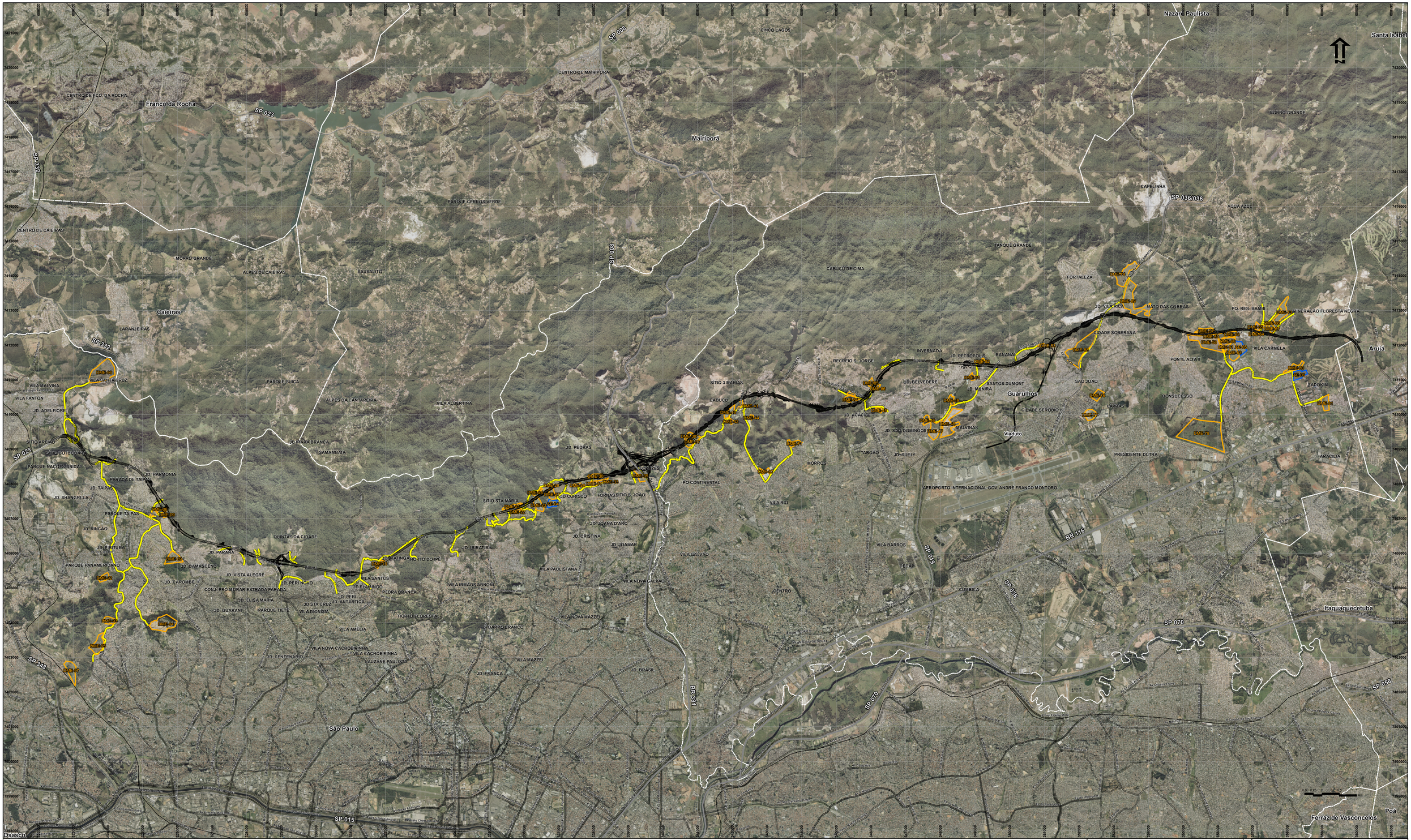
As áreas selecionadas segundo os critérios de atendimento à legislação ambiental em vigor serão incluidas no Decreto de Utilidade Pública (DUP) do Trecho Norte, o que aumentará a confiabilidade de sua utilização para atender as demandas da obra.

Visando a atender à legislação específica para áreas de deposição de resíduos inertes e da construção civil (Resolução SMA Nº 41/02), a avaliação ambiental contemplará o estudo da viabilidade de alguns dos DME selecionados para receberem entulhos provenientes da demolição de construções ao longo da faixa.

Na **Tabela 4.4.a e Tabela 4.4.b,** apresentadas a seguir, são elencados os locais de áreas de Empréstimo (AEs) e de Depósito de Material Excedente (DMEs) pré-identificados, com a sua respectiva área e localização. No **Anexo XIII** é apresentado relatório do Consórcio Projetista com a identificação e avaliação preliminar destas áreas, que se encontram indicadas no **Mapa da Área Diretamente Afetada – ADA** (Mapa 5.4.a – Volume VIII) assim como na **Figura 4.4.a** incluída a seguir, na qual são indicados também os acessos às frentes de obra. A capacidade de aproveitamento de cada área deverá ser fornecida após estudos mais detalhados.

Tabela 4.4.a
Áreas de Apoio (AE) Pré-Selecionadas

AE	COORDENADAS		ESTACA	LADO	AFAST.	ÁREA	H	VOLUME
Nº	NORTE	ESTE			(m)	(m²)	(m)	(m³)
4	7407434,00	336809,00	11830+0,00	DIREITO	100,00	50.525,00	6,00	303.150,00
5	7411920,00	356663,00	12885+0,00	DIREITO	100,00	77.885,00	10,00	778.850,00
6	7411150,00	358344,00	12987+0,00	DIREITO	1053,00	78.616,00	10,00	786.160,00
VOLUME TOTAL ESTIMADO DAS ÁREAS SELECIONADAS PARA AEs						**207.026.00**		**1.868.160,00**



LEGENDA

- Rodoanel Trecho Norte (Traçado Recomendado)
- Sistema Viário
- ferrovias
- Limite Municipal

Áreas de Apoio:

- AE- Área de Empréstimo
- DME- Depósito de Material Excedente
- Acessos

Base de Imagem:
BASE Aerofotogrametria S.A., escala 1:25.000, 2008/2009.

ESCALA: 1:50.000	DES. Nº: Fig44a AEs DMEs.mxd
DATA: 08/09/2010	REV: Ø

CONSÓRCIO: JGP PRIME Engenharia

Dersa Desenvolvimento Rodoviário S.A. — RODOANEL MARIO COVAS TRECHO NORTE

Figura 4.4.a:

ÁREAS DE APOIO E ACESSOS

Tabela 4.4.b
Áreas de Apoio (DME) Pré-Selecionadas por Sub-Trecho

DME	COORDENADAS		ESTACA	LADO	AFAST	ÁREA	H	VOLUME
Nº	NORTE	ESTE			(m)	(m²)	(m)	(m³)
5	7407096,00	325249,00	11225+0,00	DIREITO	400,00	5.333,00	15,00	79.995,00
6	7407159,00	325344,00	11225+0,00	DIREITO	400,00	17.799,00	15,00	266.985,00
7	7407224,00	325415,00	11220+0,00	DIREITO	100,00	5.394,00	5,00	26.970,00
9	7407133,00	325625,00	11230+0,00	DIREITO	123,90	18.051,00	5,00	90.255,00
19	7405714,00	331836,00	11555+0,00	ESQUERDA	39,00	17.682,00	3,00	53.046,00
21	7407367,00	335671,00	11770+0,00	ESQUERDA	47,00	31.564,00	5,00	157.820,00
22	7407237,00	335796,00	11770+0,00	DIREITA	37,00	14.491,00	3,00	43.773,00
23	7407405,00	336359,00	11795+0,00	DIREITA	122,00	74.835,00	3,00	224.705,00
24	7407719,00	336286,00	11810+0,00	ESQUERDA	48,00	21.078,00	5,00	105.390,00
27	7407728,00	336788,00	11830+0,00	DIREITA	37,00	49.658,00	3,00	148.974,00
28	7407964,00	336757,00	11830+0,00	ESQUERDA	29,00	4.727,00	3,00	14.481,00
29	7407970,00	337533,00	11870+0,00	DIREITA	41,00	17.024,00	3,00	51.072,00
30	7408209,00	337936,00	11890+0,00	ESQUERDA	57,00	33.362,00	3,00	100.086,00
31	7408002,00	338015,00	11895+0,00	DIREITA	51,00	22.017,00	3,00	66.051,00
33	7408083,00	338256,00	11910+0,00	DIREITA	32,00	20.074,00	3,00	60.222,00
35	7408207,00	339372,00	11960+0,00	DIREITA	53,00	51.402,00	3,00	154.206,00
37	7409254,00	340875,00	12040+0,00	DIREITA	34,00	64.069,00	5,00	320.345,00
38	7409372,00	340759,00	12050+0,00	ESQUERDA	37,00	24.440,00	3,00	73.620,00
40	7409980,00	341829,00	12110+0,00	DIREITA	64,00	53.780,00	5,00	268.900,00
41	7410349,00	342252,00	12130+0,00	ESQUERDA	50,00	16.326,00	3,00	48.978,00
42	7409969,00	342068,00	12130+0,00	DIREITA	236,00	17.085,00	5,00	85.425,00
44	7409938,00	342544,00	12150+0,00	DIREITA	454,00	13.943,00	4,00	55.772,00
45	7410131,00	346233,00	12340+0,00	ESQUERDA	414,00	19.780,00	3,00	59.340,00
46	7409940,00	347594,00	12415+0,00	ESQUERDA	1554,00	32.156,00	3,00	96.468,00
47	7409462,00	347803,00	12410+0,00	DIREITA	1856,00	136.513,00	3,00	409.539,00
48	7409935,00	348241,00	12435+0,00	DIREITA	1308,00	203.502,00	5,00	1.017.510,00
49	7410379,00	348326,00	12455+0,00	DIREITA	1116,00	31.046,00	4,00	124.184,00
51	7411066,00	348893,00	12505+0,00	ESQUERDA	237,00	25.960,00	5,00	129.800,00
52	7411543,00	349199,00	12530+0,00	ESQUERDA	40,00	13.697,00	5,00	68.485,00
53	7412008,00	350914,00	12620+0,00	DIREITA	59,00	12.132,00	3,00	36.396,00
57	7412433,00	355690,00	12865+0,00	ESQUERDA	32,00	51.290,00	4,00	205.160,00
58	7411979,00	355753,00	12865+0,00	DIREITA	35,00	285.395,00	5,00	1.426.975,00
59	7412312,00	356080,00	12885+0,00	DIREITA	48,00	29.449,00	4,00	117.796,00
60	7412120,00	356330,00	12895+0,00	DIREITA	201,00	63.585,00	5,00	317.925,00
61	7411901,00	356210,00	12885+0,00	DIREITA	418,00	14.494,00	4,00	58.376,00
62	7412331,00	356407,00	12900+0,00	DIREITA	32,00	33.823,00	5,00	169.115,00
63	7411812,00	356496,00	12900+0,00	DIREITA	326,00	104.882,00	5,00	524.810,00
64	7412332,00	357102,00	12940+0,00	DIREITA	27,00	5.769,00	5,00	28.845,00
65	7412581,00	357156,00	12940+0,00	ESQUERDA	46,00	28.874,00	5,00	144.370,00

Tabela 4.4.b
Áreas de Apoio (DME) Pré-Selecionadas por Sub-Trecho

DME	COORDENADAS		ESTACA	LADO	AFAST	ÁREA	H	VOLUME
Nº	NORTE	ESTE			(m)	(m²)	(m)	(m³)
66	7412541,00	357370,00	12950+0,00	ESQUERDA	110,00	13.329,00	5,00	66.645,00
67	7412497,00	357560,00	12955+0,00	ESQUERDA	182,00	34.332,00	5,00	171.660,00
69	7405814,00	325868,00	11270+0,00	DIREITA	693,00	111.234,00	3,00	333.702,00
71	7409158,00	343705,00	12240+0,00	DIREITA	870,00	45.118,00	4,00	180.472,00
73	7412892,00	357868,00	12970+0,00	ESQUERDA	462,00	124.206,00	4,00	496.824,00
74	7413887,00	353236,00	12740+0,00	ESQUERDA	798,00	185.221,00	6,00	1.111.326,00
77	7410027,00	352221,00	12615+0,00	DIREITA	2181,00	76.683,00	6,00	460.098,00
78	7409795,00	355380,00	12855+0,00	DIREITA	2432,00	775.013,00	6,00	4.550.078,00
80	7411360,00	358233,00	12995+0,00	DIREITA	657,00	64.773,00	4,00	259.492,00
81	7410294,00	359111,00	13030+0,00	DIREITA	1701,00	76.636,00	4,00	306.544,00
83	7410571,00	345482,00	12315+0,00	ESQUERDA	207,00	16.445,00	6,00	98.670,00
84	7410445,00	345333,00	12300+0,00	ESQUERDA	74,00	47.589,00	6,00	285.534,00
85	7410870,00	345991,00	12350+0,00	ESQUERDA	69,00	24.479,00	4,00	98.316,00
86	7410806,00	346206,00	12350+0,00	DIREITA	40,00	13.690,00	6,00	82.140,00
87	7408375,00	342951,00	12230+0,00	DIREITA	1923,00	27.597,00	7,00	193.179,00
88	7411924,00	352031,00	12660+0,00	DIREITA	370,00	358.774,00	10,00	3587740,00
89	7413246,00	353432,00	12745+0,00	ESQUERDA	51,00	303.386,00	10,00	3.033.860,00
92	7.405.289,00	323.869,00	11225+0,00	DIREITA	2520,00	46.232,00	6,00	277.392,00
93	7.404.056,00	323.997,00	11225+0,00	DIREITA	3340,00	58.821,00	6,00	352.926,00
94	7.403.984,00	325.423,00	11280+0,00	DIREITA	2575,00	241.222,00	6,00	1.447.332,00
95	7.403.428,00	323.716,00	11255+0,00	DIREITA	4100,00	133.355,00	5,00	666.775,00
96	7.411.146,00	323.574,00	11045+0,00	DIREITA	2040,00	330.193,00	5,00	1.650.965,00
97	7.402.832,00	322.897,00	11255+0,00	ESQUERDA	5115,00	120.685,00	5,00	603.425,00
VOLUME TOTAL ESTIMADO DAS ÁREAS PARA DME's						**4.915.494,00**		**27.747.260,00**

As sei últimas áreas indicadas na tabela acima encontram-se a distâncias maiores do eixo do Rodoanel.

Cinco dessas áreas para DME estão próximas a Av. Raimundo Pereira de Magalhães, duas são cavas de antigas pedreiras, as outras três são áreas sem uso. A outra área mais ao norte também é acessada pela Av. Raimundo Pereira de Magalhães, sem ocupação é cortada pela faixa de servidão de uma linha de transmissão.

A pré-seleção dessas áreas, mais distantes das frentes de obra do Rodoanel Trecho Norte, foi necessária em função do volume de rocha a ser gerado da escavação dos quatro túneis no trecho entre o Rodoanel Oeste e a Rod. Fernão Dias.

4.5
Principais Procedimentos Executivos

Esta Seção apresenta, de forma sucinta, a descrição do método de execução dos principais serviços de obra, com ênfase nas atividades com maior potencial impactante. Essa descrição abrange somente os procedimentos executivos padronizados para obras rodoviárias, excluindo as tarefas de complementação e/ou adequação dos mesmos para efeitos de mitigação de impactos, as quais são especificadas de forma detalhada na **Seção 7.5** – Proposição de Medidas Preventivas, Mitigadoras ou Compensatórias e Estruturação em Programas Ambientais.

Os principais procedimentos necessários para a implantação do empreendimento, considerados para avaliação de impactos potenciais, são os seguintes:

Limpeza e preparação do terreno

As atividades de limpeza e preparação de terreno exigirão a execução dos seguintes serviços dentro da faixa de domínio:

- Implantação de cercas e/ou tapumes

As áreas de trabalho serão delimitadas com cercas e/ou tapumes, impedindo o acesso de pessoas e veículos não diretamente envolvidos no processo de execução das obras. Esses serviços serão executados de forma manual.

- Demolições

As atividades de demolição de edificações serão executadas manualmente, com ferramentas adequadas, ou mecanicamente, com uso de trator ou outros equipamentos. O entulho será carregado em caminhões basculantes, com auxílio de retroescavadeiras, e transportado para área de bota-fora ou áreas de estocagem indicadas pelas prefeituras locais.

Para a demolição de pavimentos flexíveis serão utilizados rompedores pneumáticos e motoniveladora adaptada com escarificador.

- Remoções

Sempre que possível, os elementos pré-moldados de obras públicas existentes na faixa de domínio serão removidos para posterior aproveitamento pelas prefeituras locais. Essa remoção incluirá, principalmente, guias pré-moldadas e canalizações (drenagem pluvial). No primeiro caso, o procedimento será manual, com auxílio de ferramentas apropriadas. Para a remoção de canalizações, será primeiramente executada a escavação mecânica com retroescavadeira. Posteriormente, os tubos serão soltos manualmente e carregados para transporte em caminhão carroceria com braço mecânico.

- Relocação e/ou proteção de interferências

Diversos tipos de redes públicas deverão ser removidas, relocadas e/ou protegidas como parte das atividades de preparação do terreno. Os procedimentos executivos serão adaptados caso a caso, de acordo com as normas técnicas das respectivas concessionárias. Em todos os casos, esses procedimentos incorporam as seguintes diretrizes básicas:

- minimização dos períodos de interrupção de fornecimento;
- minimização de riscos ambientais decorrentes da relocação (especialmente no caso de oleodutos, gasodutos e redes de esgoto).

- Limpeza geral

Inicialmente serão colocadas as marcações topográficas delimitando as áreas de intervenção direta até o limite das cristas de taludes de corte e pés de saias de aterro.

As áreas a serem objeto de desmatamento e destocamento serão atacadas em primeiro lugar, devendo-se utilizar, no processo, motosserras (para o corte inicial) e tratores esteira (para o destocamento). Onde a topografia não permitir o acesso de equipamentos pesados, os tocos serão fixados com cabos e puxados desde o local acessível mais próximo. Os resíduos florestais serão transportados em caminhões basculantes até o bota-fora vegetal que venha a ser definido.

Em seguida, será realizada a raspagem superficial de todas as áreas de intervenção. O horizonte orgânico do solo será removido para fora das áreas de trabalho com auxílio de pás carregadeiras e caminhões basculantes, podendo ser transportado para DME ou para áreas de estocagem provisória para posterior aproveitamento.

- Preparação e/ou Substituição de Solos

Os procedimentos executivos a serem adotados para a preparação de horizontes de solos de baixa consistência, sujeitos a recalques quando submetidos a carregamentos acima da sua capacidade de suporte, terão por objetivo, sempre que possível, privilegiar as técnicas de preparação / correção de solos, minimizando os volumes de substituição dos mesmos, que geram demandas por áreas de empréstimo e de bota-fora, com os consequentes impactos ambientais.

Este tipo de solo ocorre, geralmente, em zonas aluvionares decorrentes da presença de cursos d'água. Ao longo do empreendimento, verifica-se a ocorrência significativa destes solos nos trechos indicados na **Tabela 4.5.a**, a seguir.

Tabela 4.5.a
Solo Inconsistente por Sub-Trecho

ESTACA INÍCIAL	ESTACA FINAL	EXTENSÃO (m)
11375	11420	900
11785	11840	1100
11865	11905	800
11995	12010	300
12025	12060	700
12110	12125	300
12140	12150	200
12325	12335	200
12530	12540	200
12620	12640	400
12730	12760	600
12790	12800	200
12870	12895	500
12910	12925	300
12945	12985	800
13020	13035	300
12625	12640	300
12740	12760	400
12905	12925	400
12950	12970	400
13075	13115	800

Os solos com baixa capacidade de suporte poderão ser aproveitados como fundação dos aterros, desde que recebam tratamento adequado, de tal forma que os recalques sejam dissipados em etapa anterior, e/ou que os mesmos sejam alterados por adição de materiais que melhorem suas características de suporte.

Entre os tratamentos de correção de solos considerados no projeto básico e que deverão ser melhor estudados na fase de detalhamento do projeto, destacam-se os seguintes:

Aterro de Sobrecarga para Aceleração dos Recalques

Neste processo é executada uma camada adicional de aterro acima da cota final de terraplenagem, com a finalidade de criar uma sobrecarga provisória nas fundações, ou seja, no solo mole, acelerando os recalques. O ganho de resistência é resultado da expulsão da água contida nos vazios do solo, com consequente adensamento do mesmo.

A expulsão da água poderá ser acelerada com a adoção de camada horizontal drenante e/ou drenos verticais, diminuindo os prazos para conclusão das obras.

Uma vez atingida a estabilização dos recalques, a camada adicional de terraplenagem pode ser removida e inteiramente aproveitada em outro corpo de aterro, não gerando materiais de bota-fora.

Materiais Geossintéticos

Os materiais geossintéticos poderão ser utilizados isolados ou em conjunto com aterros de sobrecarga para melhorar a capacidade de suporte dos solos moles. Estes materiais, por serem inertes e estarem confinados nas camadas inferiores dos aterros, não trazem qualquer risco ao meio ambiente.

Na impossibilidade de corrigir os solos moles utilizando os procedimentos acima descritos, será promovida a sua substituição parcial ou total.

Nesses casos, o solo removido será substituído por material inerte removido de área de empréstimo, sendo que o material escavado deverá ser conduzido e acomodado em áreas de bota-fora previamente selecionadas e licenciadas.

A utilização de áreas de bota-fora previamente licenciadas será efetivada mediante critérios rigorosos para o tratamento do material a ser depositado.

Após a deposição e acomodamento do material de baixa consistência, o mesmo será coberto por camada de solo de boa qualidade e compactado adequadamente.

Também serão executadas obras de proteção mediante a implantação de dispositivos de drenagem superficial e revestimento vegetal em grama e/ou tratamento paisagístico da área.

Terraplenagem

Os serviços de terraplenagem terão início após a limpeza das áreas de trabalho e remoção (estocagem) do horizonte orgânico do solo. Estão compreendidas nas atividades de terraplenagem: a escavação de materiais de 1ª, 2ª, e 3ª categorias nas seções em corte; a execução de aterros e transporte até locais de aproveitamento dentro da faixa de domínio; a formação de aterros e a respectiva compactação.

Para tanto, serão utilizados preferencialmente tratores de esteiras para distâncias de transporte muito curtas (até 100 metros), *motoscrapers* de grande capacidade para distâncias de transporte entre 100 e 1.800 metros envolvendo materiais de 1ª e/ou 2ª categorias, e conjuntos compostos de tratores de esteiras, pás-carregadeiras e caminhões tipo basculante para distâncias de transporte maiores. Poderão ser utilizadas ainda, independente da distância de transporte,retroescavadeiras hidráulicas de grande capacidade, associadas a caminhões basculantes ou fora-estrada.

Quando necessário, os materiais de 2ª categoria poderão ser removidos com *ripper* para posterior carga com *motoscraper*, ou, alternativamente, para manuseio posterior em conjunto com o material de 3ª categoria.

As escavações de material de 3ª categoria serão realizadas com uso prévio de explosivos e remoção com uso de tratores de esteiras, pás-carregadeiras e caminhões basculantes. Os procedimentos especiais para uso de explosivos descritos adiante para a atividade de escavação de túneis aplicam-se também a esse caso.

A formação dos corpos de aterros processar-se-á mediante a justaposição de camadas consecutivas sob constante horizontalização, abrangendo a largura total das seções de trabalho e envolvendo a utilização de motoniveladoras, tratores de pneus com grade de discos, caminhões-pipa e rolos compactadores de diversos tipos, de forma a garantir as condições ideais de compactação.

Não estão incluídas, nesta ação, as atividades de transporte e disposição de material excedente em áreas de bota-fora, ou de extração e transporte de material de empréstimo.

Escavação de túneis

A escavação dos túneis será precedida de mapeamentos e investigações geológico-geotécnicos, a fim de minimizar incertezas a respeitos dos materiais a serem escavados, prever as condições hidrogeológicas e detectar possíveis riscos e acidentes geológicos. Dentre as possíveis investigações a serem conduzidas estão:

- análises geológico-estruturais de superfície ou de laboratório (análises petrográficas, ensaios de abrasividade, etc) para lidar com mudanças bruscas de características geomecânicas e frentes de escavação mistas;
- levantamentos geofísicos (levantamentos sísmicos de refração com martelo ou com explosivos) para identificação da profundidade do topo rochoso e alterações bruscas de materiais;
- ensaios hidrogeológicos e outros levantamentos geofísicos (eletrorresistividade e potencial espontâneo) para localização do lençol freático e identificação de direções preferenciais de percolação da água em subsuperfície.

A condução destas investigações geológico-geotécnicas deverá determinar o melhor método de escavação a ser utilizado, com detalhamento posterior do mesmo no Projeto Executivo do empreendimento. Os resultados destes levantamentos, consolidados em modelos geológico-geomecânicos locais, subsidiarão a definição dos procedimentos a serem tomados durante a implantação dos túneis e aqueles direcionados à ação em situações de risco de acidentes. Estes procedimentos deverão constar, respectivamente, nos Planos Ambientais de Construção e no Programa de Atendimento a Emergências Ambientais durante a Construção.

Destaca-se a necessidade da previsão de mapeamentos geológico-geotécnicos também durante a construção dos túneis, na face de escavação e nas paredes dos mesmos. Estes levantamentos têm o intuito de verificar o comportamento do maciço durante o avanço da escavação dos túneis e embasar a formulação de ações de intervenção no caso de situações anômalas. Dessa forma, para a prospecção *in loco* do maciço e mapeamento do mesmo, está prevista a utilização de galeria piloto.

Conforme colocado, o método de escavação ainda não foi definido; porém, considerando-se as extensões e dimensões dos túneis previstos no Trecho Norte do Rodoanel, o método poderá ser o convencional tipo *New Austrian Tunnelling Mehod* - NATM. Neste método, a escavação ocorre em duas etapas: escavação da calota com arco invertido provisório e escavação do rebaixo.

Nos trechos em solo serão colocadas cambotas de treliças metálicas, seguidas de aplicação de concreto projetado com tela soldada. Quando houver necessidade de prevenir eventuais desmoronamentos de teto, será adotada contenção em concreto projetado, armado com tela metálica soldada e amarrada a chumbadores de aço solidarizados ao maciço por meio de injeção de calda de cimento (enfilagens e injeções).

Nos trechos em maciço rochoso, as escavações serão efetuadas com a utilização de explosivos de baixo impacto, seguido de aplicação de tirantes, concreto projetado e tela metálica soldada. O revestimento do arco invertido definitivo poderá ser em concreto moldado *in loco* ou em concreto projetado com tela soldada, dependendo de avaliações a serem concluídas durante a fase de Projeto Executivo.

Os materiais escavados dos túneis poderão ser dispostos temporariamente nas áreas adjacentes aos emboques ou em áreas de apoio centrais, até sua destinação final, seja em áreas de bota-fora, seja como insumo nas obras. De acordo com sua classificação, os materiais escavados podem ser empregados em aterros ou como camadas do pavimento do Trecho Norte do Rodoanel.

O material de 1ª categoria poderá ser aproveitado nos aterros do corpo estradal e o material de 2ª categoria, como forro das bases dos aterros ou, mediante britagem prévia, como camadas do pavimento. Da mesma forma, o material de 3ª categoria poderá ser destinado para britagem e aproveitado na obra, também como camadas do pavimento. Considerando-se o volume e a possibilidade de utilização dos materiais de 2ª e 3ª categoria que necessitam de britagem para aproveitamento na própria obra, estão em estudos alternativas para o seu beneficiamento, sendo considerada a alternativa de britagem em áreas externas à obra.

No caso da necessidade de colocação destes materiais em bota-espera, seja na área da zona de emboque ou em pátios de acumulação, serão tomadas medidas de contenção das pilhas, disciplinamento das águas superficiais e mesmo coberturas provisórias. Os materiais não empregados na obras serão encaminhados e dispostos em Depósitos de Materiais Excedentes (DME) adequadamente projetados e manejados, conforme procedimentos apresentados a seguir.

Utilização de áreas de empréstimo (AE) e de deposição de material excedente (DME)

A utilização de áreas de empréstimo e de DMEs será sempre precedida de prévio licenciamento ambiental específico.

A exploração de áreas de empréstimo será executada em estrita concordância com os planos de aproveitamento previamente aprovados.

O aproveitamento processar-se-á a partir de acesso implantado, sempre de forma a não interferir com usos adjacentes.

Em uma etapa inicial, a camada de solo orgânico será removida e estocada em área adjacente, para posterior aproveitamento. O material a ser aproveitado será escavado com *motoscraper* e/ou com conjuntos de trator de esteira, pás carregadeiras e caminhões basculantes, dependendo das distâncias de transporte e características do relevo local. A escavação será realizada por frentes amplas de ataque, promovendo-se sempre a horizontalização das áreas de trabalho.

Os taludes nos limites das áreas de corte terão inclinação padrão de 1:1 (podendo ser maiores quando as condições locais permitirem), e contarão com bermas de alívio a intervalos adequados.

No final da exploração da área, a camada de solo vegetal será novamente espalhada sobre a área, e serão executados os serviços de forração vegetal com grama em placa e/ou hidrossemeadura, e implantado o sistema de drenagem superficial com características similares ao utilizado no corpo estradal. A drenagem consistirá, principalmente, de valetas com ou sem revestimento estrutural e com percurso paralelo à crista dos taludes em corte, as quais minimizarão o escoamento de água pluvial sobre os taludes de corte, e direcionarão os fluxos na direção de escadas hidráulicas e canaletas com revestimento até atingir o sistema de drenagem a jusante da área.

Procedimento similar será utilizado para a disposição de material excedente de corte nos bota-foras. O aterro nessas áreas será executado em camadas sucessivas, com compactação sendo progressivamente executada.

Atendendo ao estipulado no Anexo 1 da Resolução SMA Nº 30/00, que descreve as diretrizes a serem seguidas para utilização e recuperação adequada de área de apoio a obras rodoviárias, elencam-se, a seguir, as características dos “projetos tipo” para áreas de empréstimo e bota-fora a serem seguidas no detalhamento das mesmas. São elas:

- Recuo mínimo de 30 metros entre a base das saias de aterro e/ou cristas de cortes e os cursos d’água mais próximos;
- Inclinação máxima de 1:1,5 em saias de aterro, exceto nas áreas de bota-fora de material de 3ª categoria, que poderão admitir inclinações maiores;
- Inclinação padrão de 1:1 em taludes de corte, admitindo-se até 1,5:1 em pontos localizados, desde que as características do solo permitam;
- Bermas a intervalos nunca maiores que 6 metros e com largura mínima de 1 metro;
- Sistema de drenagem superficial completo, garantindo o escoamento controlado das águas pluviais até a rede pública de drenagem pluvial e/ou até o curso d’água mais próximo, incluindo, segundo as necessidades de projeto, valetas revestidas e sem revestir, canaletas, caixas de passagem e transição, escadas hidráulicas, e outros elementos necessários;
- Forração vegetal integral após o término da exploração, incluindo grama em placa nas saias de aterro e taludes de corte, e hidrossemeadura nos platôs;
- Plantios compensatórios pelo corte de árvores isoladas e/ou fragmentos de mata;
- Controle rigoroso da erosão, assoreamento, poeira em suspensão, e outros procedimentos de mitigação de impactos, detalhadamente descritos na **Seção 7.5** do presente EIA.

Implantação de sistema de drenagem

As dimensões dos corta-rios e ensecadeiras serão determinadas em função dos possíveis danos causados às obras, a terceiros e ao meio ambiente, considerando-se também o período do ano previsto para a execução das obras de canalização, uma vez que a estação climática é condicionante na determinação das vazões de dimensionamento das obras provisórias de desvio.

Os procedimentos executivos que serão utilizados para escavação, assentamento e reaterros de bueiros e tubos de concreto envolvem a escavação linear com retroescavadeira até uma cota inferior ao nível de apoio dos mesmos. A escavação processar-se-á por cortes sucessivos. Nos casos de solos moles com destino a bota-fora, efetuar-se-á o carregamento diretamente em caminhão basculante. O material adequado para aproveitamento no reaterro será estocado às margens da vala.

Em locais onde a estabilidade do talude exigir, será colocado escoramento de madeira e/ou metálico para proteger a escavação.

Concluída a escavação, será efetuado o apiloamento do fundo da vala, seguido da execução do lastro de areia, ou outro que venha a ser indicado no Projeto Executivo.

O assentamento de bueiros e tubos será iniciado pelo lançamento e nivelamento dos mesmos sobre o lastro, utilizando retroescavadeira ou guindaste de pneus.

O posicionamento dos tubos será sempre com as bolsas a montante do fluxo, sendo alinhados e rejuntados com argamassa de cimento e areia. Após a conclusão da colocação da linha de tubos e implantação das caixas de passagem, serão executados testes de estanqueidade.

Ao final, será executada a operação de reaterro, aproveitando o material da escavação quando viável, ou material de empréstimo em caso contrário. A compactação será executada com compactadores de placa em camadas de não mais de 15 cm de espessura, com lançamentos equilibrados nos dois lados de modo a não introduzir pressões desiguais.

Nos casos pertinentes, o passo final consistirá no fechamento do corta-rio e restituição do fluxo de água ao seu curso natural.

Execução de obras de arte especiais

Basicamente, os procedimentos construtivos necessários à implantação das obras de arte especiais envolvem, dependendo do tipo de estrutura, três tipos de técnicas diferentes.

Os viadutos de menor extensão e configuração reta poderão ser pré-moldados, com base em componentes a serem pré-fabricados localmente em pátios de vigas habilitados na própria faixa de domínio ou em áreas adjacentes.

Os viadutos maiores e/ou em curva poderão ser executados por métodos convencionais, ou seja, caixão cimbrado ou método dos balanços sucessivos.

Outros procedimentos metodológicos poderão ser empregados em casos especiais e serão objeto de estudos específicos quando do detalhamento executivo.

As principais atividades potencialmente impactantes envolvidas na execução das obras de arte especiais incluem:

- execução das fundações;
- execução de cimbramentos e seus respectivos apoios;
- execução de pátios de pré-moldados;
- execução, quando existirem, dos aterros de encontro;
- execução de eventuais caminhos de serviço para execução de blocos, pilares e travessas de apoio;
- execução de desvios de tráfego nas vias existentes.

Pavimentação

A pavimentação será realizada a partir da aquisição comercial, extração em áreas de empréstimo ou produção nas instalações industriais provisórias implantadas em áreas de apoio, dos materiais que comporão as camadas de reforço do subleito, sub-bases, bases e revestimentos.

Os serviços necessários à aplicação desses materiais envolverão principalmente a utilização de motoniveladoras, caminhões-pipa, caminhões basculantes com carga coberta, caminhões espargidores de asfalto, tratores agrícolas com grades de disco, rolos compactadores, rolos de tambor liso, rolos de pneus de pressão variável, distribuidores de agregados e vibroacabadoras.

Revestimento e forração vegetal

Todas as áreas em solo exposto receberão forração vegetal, seja por hidrossemeadura, seja pela colocação de grama em placa.Esta última será colocada preferencialmente nas saias de aterro e taludes de corte, exceto nos casos em que seja definido outro tratamento para esses locais.

Todos os serviços de forração vegetal serão precedidos de colocação de camada de solo orgânico previamente estocado.

Após a implantação, serão efetuados repasses periódicos em todos os locais em que isto se mostrar necessário em decorrência de germinação insuficiente (hidrossemeadura) e/ou de índice de perda excessivamente elevado (grama em placa). As áreas trabalhadas serão objeto de irrigação periódica com caminhão-pipa, até a sua consolidação definitiva.

4.6
Cronograma

O cronograma de implantação do empreendimento prevê a execução das obras em um prazo total de 36 meses. Esse cronograma é compatível com as características e envergadura do empreendimento.

4.7
Investimentos

O valor total dos investimentos necessários à implantação do Trecho Norte do Rodoanel é estimado em R$ 5 bilhões.

4.8
Padrão Operacional

A operação do Trecho Norte do Rodoanel, uma vez que o mesmo esteja completamente construído, será feita de maneira conjunta e integrada aos Trechos Oeste e Sul, já em operação e do futuro Trecho Leste, com início de operação previsto para 2013.

Como Rodovia classe "0", a operação do Trecho Norte disporá de recursos diferenciados de apoio ao usuário, coordenados por um CCO - Centro de Controle Operacional, nos mesmo padrões como os atualmente operados nos Trechos Oeste e Sul.

Estes CCOs do Rodoanel Mario Covas dispõem de equipes de tráfego que atendem os usuários 24 horas por dia, ininterruptamente, trabalhando em turnos com escala de revezamento. A futura operação do Trecho Norte será feita por equipe própria, atuando de maneira coordenada com as equipes operadoras dos demais trechos.

As instalações específicas de apoio previstas para o Trecho Norte incluem dois Postos de Sistema de Ajuda ao Usuário – SAU, junto a dois postos da Polícia Militar Rodoviária, um em cada pista.

Um sistema de comunicação similar aos já utilizados nos outros trechos deverá ser operacionalizado no futuro Trecho Norte, o que incluirá postos e veículos operacionais em número adequado, e que incluirão, além de veículos de inspeção de tráfego, guinchos, veículos de apoio operacional (*pick-up*, caminhão) e do serviço médico (ambulâncias).

Para a comunicação direta entre os usuários e a DERSA está prevista a utilização dos serviços de:

- serviço 0800;
- painéis de mensagens variáveis;
- câmeras de circuito fechado instaladas ao longo do trecho, permitindo o monitoramento pelo CCO.

Cabe mencionar que o Trecho Norte, atendendo à legislação ambiental (Resolução SMA Nº 81/98), deverá dispor de Plano de Ação de Emergência – PAE aprovado pela CETESB, para a obtenção da Licença de Operação. Similarmente aos Trechos Oeste e Sul, o PAE prevê a implantação e manutenção de caixas de retenção de vazamentos com cargas perigosas, locadas estrategicamente ao longo do trecho. A manutenção destes dispositivos, aliada a normas operacionais que garantam a fiscalização para prevenção de acidentes e a operacionalização de procedimentos para atendimento rápido de eventuais acidentes, serão parte integrante do PAE do Rodoanel, englobando o Trecho Norte.